

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**KAREN KOCH FERNANDES DE SOUZA**

**EFEITO DA ADUBAÇÃO MINERAL NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEO  
ESSENCIAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS NO PRIMEIRO PLANALTO  
PARANAENSE, PINHAIS, PR**

**CURITIBA**

**2015**

**KAREN KOCH FERNANDES DE SOUZA**

**EFEITO DA ADUBAÇÃO MINERAL NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEO  
ESSENCIAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS NO PRIMEIRO PLANALTO  
PARANAENSE, PINHAIS, PR**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia Florestal. Área de Concentração: Silvicultura.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Alessandro Camargo Angelo

Co-orientador: Dr. Amauri Ferreira Pinto

**CURITIBA**

**2015**

Ficha catalográfica elaborada pela  
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Souza, Karen Koch Fernandes de

Efeito da adubação mineral no crescimento e produção de óleo essencial de espécies florestais no primeiro planalto paranaense, Pinhais, PR / Karen Koch Fernandes de Souza. – Curitiba, 2015.

142 f. : il.

Orientador: Profº. Dr. Alessandro Camargo Angelo

Coorientador: Dr. Amauri Ferreira Pinto

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 02/03/2015.

Área de concentração: Silvicultura.

1. Adubos e fertilizantes. 2. Árvores - Mudas. 3. Árvores - Crescimento. 4. Teses. I. Angelo, Alessandro Camargo. II. Pinto, Amauri Ferreira. III. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. IV. Título.

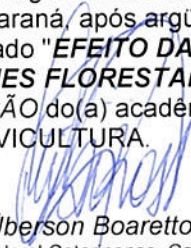
CDD – 634.9

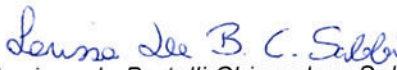
CDU – 634.0.232.3


## PARECER

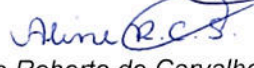
Defesa nº. 1095

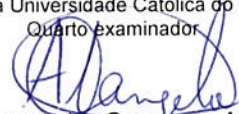
A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) doutorando(a) *Karen Koch Fernandes de Souza* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "**EFEITO DA ADUBAÇÃO MINERAL NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS NO PRIMEIRO PLANALTO PARANAENSE, PINHAIS, PR.**", é de parecer favorável à APROVAÇÃO do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Doutor* em Engenharia Florestal, área de concentração em SILVICULTURA.

  
Dr. Übersson Boaretto Rossa  
Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari  
Primeiro examinador

  
Dr. Larissa de Bortoli Chiamolera Sabbi  
UTFPR - Campus Medianeira  
Segundo examinador

  
Dr. Ivan Crespo Silva  
CEPLAC - Comissão Executiva do Plano L. Cacaueira  
Terceiro examinador

  
Dr. Aline Roberta de Carvalho Silvestrin  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
Quarto examinador

  
Dr. Alessandro Camargo Angelo  
Universidade Federal do Paraná  
Orientador e presidente da banca examinadora



Curitiba, 02 de março de 2015

  
Antonio Carlos Batista  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

Jorge e Martha Elisa, pais.  
Melissa e Frederico, irmãos.  
Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Este trabalho foi construído com o envolvimento e dedicação (muita dedicação!) de muitas pessoas...

À Deus.

Ao meu orientador e amigo profº. Doutor Alessandro Camargo Angelo, “amado mestre”! Obrigada pela dedicação exaustiva no campo e orientação científica. Obrigada por acreditar em mim, pelos doces de leite, pipoteca e outras guloseimas, obrigada pela amizade e companheirismo, por suavizar os dias de fúria e por tornar o trabalho tão agradável.

Ao Engenheiro Amauri Ferreira Pinto, Co-orientador, obrigada por compartilhar conhecimento, experiências e por proporcionar a parceria a este trabalho. Muito Obrigada!

Ao Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER – PR.

À Pontifícia Universidade Católica, PUCPR, especialmente ao coordenador do curso de Engenharia Florestal, profº Doutor Marcio Coraiola, por incentivar a conclusão do curso e ceder materiais necessários para o trabalho de campo.

À Secretaria Estadual de Educação, por incentivar a formação docente e proporcionar afastamento para participar do Programa de Pós-graduação.

Aos gestores da Estação Experimental da UFPR, Fazenda Canguiri.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná (PPGEF/UFPR).

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), financiadora da bolsa durante parte do curso.

Às Empresas Klabin, CMPC Celulose Rio Grandense e Florestal Gateados, pelas mudas.

À direção do Centro Estadual de Educação Profissional Newton Freire Maia pelo apoio sempre que necessário e ao diretor Edson Blum.

À professora Rozimeiry G. Bezerra Gaspar por toda ajuda em campo.

A todos os alunos do PET e voluntários que contribuíram para este trabalho. Em especial para Teçá, Lia, Hilana, Lucas, Camila Smania, Lizy, Aline, Vitor, Vinicius, Willian, Mariana Berlesi, Marile, Emilly, Janice, Luani, Luara, Raul, Alexandre. Aos meus alunos da PUCPR, especialmente para Jéssica, Wesllen, Indiara e Douglas. Obrigada pela dedicação exaustiva em campo, por enfrentarem sol escaldante, frio

“de rachar”, chuva, geada e todas as intempéries! Obrigada por tornarem um árduo trabalho de campo em horas de aprendizado e horas divertidas!

Aos amigos e professores da PUCPR pelos incentivos e ajudas quando necessárias, Marina Kumode, Pablo G. Souza, Pyramon Accioly e Alexandre Koehler, Aline Carvalho.

Aos “irmãos” de orientação Uberson Rossa, Daniele Westphalen, Nicholas Kaminski, David da Silva, Sandra Cabel.

À Secretaria do Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, especialmente aos secretários Reinaldo Mendes de Souza e David Teixeira de Araújo.

À Usina Piloto da PUCPR, aos laboratoristas Claudemir e André. Muito obrigada pelas análises.

Aos meus pais que sempre priorizaram nossa formação. Muito obrigada, pelo amor, carinho e dedicação! E Aos meus irmãos Melissa e Frederico, e cunhado Alessandro, por todo incentivo e apoio mesmo distantes. Obrigada por entenderem que nem sempre era possível estar presente.

A tia-avó Regina (tia Gija!), sempre atenciosa!

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

“É preciso ter o caos dentro de si para dar à luz uma estrela  
bailarina”.

Friedrich Nietzsche



## SUMARIO

LISTA DE FIGURAS .....	9
LISTA DE TABELAS.....	11
RESUMO .....	13
ABSTRACT .....	14
3 ESTRUTURA DA TESE .....	15
4 INTRODUÇÃO GERAL .....	16
5 OBJETIVOS .....	20
5.1 OBJETIVO GERAL .....	20
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
6 REVISÃO DE LITERATURA .....	21
6.1 ESPÉCIES CULTIVADAS NO BRASIL .....	21
6.2 SILVICULTURA DE FLORESTAS PLANTADAS NO SUL DO BRASIL .....	22
6.3 SILVICULTURA CLONAL.....	23
6.4 FERTILIZAÇÃO FLORESTAL .....	23
6.5 <i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake x <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. ....	26
6.6 <i>Eucalyptus benthamii</i> Maiden & Cabbage.....	27
6.7 <i>Pinus maximinoi</i> H. E. Moore.....	28
6.8 <i>Pinus taeda</i> L. ....	29
6.9 <i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex. L. f.) D. Don .....	30
6.10 <i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze. ....	31
REFERÊNCIAS .....	33
CAPÍTULO I - CRESCIMENTO INICIAL E RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL DO HÍBRIDO <i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake x <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO .....	40
RESUMO .....	40
ABSTRACT .....	41
1 INTRODUÇÃO .....	42
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	44
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	52
3.1 DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS .....	52
3.2 RENDIMENTO EM ÓLEO ESSENCIAL .....	58
4 CONCLUSÕES .....	61
REFERÊNCIAS .....	62

**CAPÍTULO II - DESENVOLVIMENTO INICIAL A CAMPO DE *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage (SEMENTE E CLONE) EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO** ..... 66

**RESUMO** ..... 66

**ABSTRACT** ..... 67

**1 INTRODUÇÃO** ..... 68

**2 MATERIAL E MÉTODOS** ..... 70

**3 RESULTADOS E DISCUSSÃO** ..... 76

**4 CONCLUSÕES** ..... 84

**REFERÊNCIAS** ..... 85

**CAPÍTULO III - DIFERENTES REGIMES DE FERTILIZAÇÃO MINERAL NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Araucaria angustifolia* (BERTOL.) KUNTZE NO MUNICÍPIO DE PINHAIS-PR** ..... 88

**RESUMO** ..... 88

**ABSTRACT** ..... 89

**1 INTRODUÇÃO** ..... 90

**2 MATERIAL E MÉTODOS** ..... 92

**3 RESULTADOS E DISCUSSÃO** ..... 96

**4 CONCLUSÕES** ..... 104

**REFERÊNCIAS** ..... 105

**CAPÍTULO IV - ESTUDO COMPARATIVO EM CAMPO ENTRE TRÊS ESPÉCIES DE CONÍFERAS SUBMETIDAS À FERTILIZAÇÃO MINERAL EM ÁREA SUJEITA A GEADA** ..... 110

**RESUMO** ..... 110

**ABSTRACT** ..... 111

**1 INTRODUÇÃO** ..... 112

**2 MATERIAL E MÉTODOS** ..... 115

**3 RESULTADOS E DISCUSSÃO** ..... 122

**4 CONCLUSÕES** ..... 132

**REFERÊNCIAS** ..... 133

**CONSIDERAÇÕES FINAIS** ..... 138

**ANEXOS** ..... 140

## LISTA DE FIGURAS

### INTRODUÇÃO GERAL

FIGURA 1 – “PROJETO ARBORETO” ASPECTO PARCIAL DA ÁREA DO EXPERIMENTO LOCALIZADO NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, PINHAIS-PR. (A) ASPECTO PARCIAL ANTES DA IMPLANTAÇÃO; (B) 24 MESES APÓS A IMPLANTAÇÃO.....	19
---	----

### CAPÍTULO I

FIGURA 1.1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	44
FIGURA 1.2 – ASPECTO PARCIAL DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO ESTUDO. (A) FERTILIZAÇÃO VERDE; (B) ROÇADA MECANIZADA .....	46
FIGURA 1.3 – IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO. (A) PLANTIO REALIZADO EM DEZEMBRO DE 2012. (B) ASPECTO DA PLANTA QUE SOFREU COROAMENTO AOS 120 DIAS; (C, D) ASPECTO PARCIAL DA ÁREA APÓS IMPLANTAÇÃO COROAMENTO E ROÇADA TRATORIZADA.....	47
FIGURA 1.4 – DISTRIBUIÇÃO DOS TRATAMENTOS DE FERTILIZAÇÃO NA ÁREA DE ESTUDO.....	49
FIGURA 1.5 – (A) AMOSTRA DE 100 GRAMAS DE FOLHAS FRESCAS. (B) EXTRATOR CLEVENGER. (C) CONJUNTO DE EXTRATORES CLEVENGER PARA ANÁLISE DE RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL DO HÍBRIDO <i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake x <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. ....	51
FIGURA 1.6 – (A) CRESCIMENTO EM ALTURA (cm). (B) CRESCIMENTO EM DIÂMETRO (mm) DO HÍBRIDO <i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus globulus</i> SOB DIFERENTES REGIMES DE FERTILIZAÇÃO.....	55
FIGURA 1.7 – DESENVOLVIMENTO EM ALTURA AO LONGO DE 24 MESES DO HÍBRIDO <i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus globulus</i> SOB DIFERENTES REGIMES DE FERTILIZAÇÃO. ....	56
FIGURA 1.8 – ASPECTO PARCIAL DO HÍBRIDO <i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus globulus</i> AOS 24 MESES DE IDADE. (A) DIÂMETRO TRATAMENTO FERTILIZANTE CONVENCIONAL; (B) DIÂMETRO TRATAMENTO FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA; (C) DIÂMETRO DE PLANTA TESTEMUNHA. (D, E) ASPECTO PARCIAL DA PARCELA. ....	57

### CAPÍTULO II

FIGURA 2.1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	70
FIGURA 2.2 – (A) PLANTIO; (B) RESERVATÓRIO DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO .....	73
FIGURA 2.3 – ASPECTO PARCIAL DO DIÂMETRO ALTURA DO PEITO DE PLANTAS DE <i>E. benthamii</i> AOS 24 MESES DE IDADE. (A) CLONE, FERTILIZAÇÃO CONVENCIONAL; (B) CLONE, FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA; (C) CLONE, TESTEMUNHA; (D) PLANTA SEMINAL, FERTILIZAÇÃO CONVENCIONAL, (E) PLANTA SEMINAL, FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA; (F) PLANTA SEMINAL, TESTEMUNHA.....	81
FIGURA 2.4 - (A) CRESCIMENTO EM ALTURA (cm) DE <i>E. benthamii</i> (MUDAS SEMINAIS E CLONE) SOB CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO. (B)	

DESENVOLVIMENTO EM DIÂMETRO (mm) de <i>E. benthamii</i> (MUDAS SEMINAIS E CLONE) SOB CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO.....	82
FIGURA 2.5 – (A) INDIVÍDUO SEMINAL DE <i>E. benthamii</i> AOS 360 DIAS; (B) INDIVÍDUO CLONAL de <i>E. benthamii</i> AOS 360 DIAS .....	83

### CAPÍTULO III

FIGURA 3.1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	92
FIGURA 3.3 – DEMARCAÇÃO DA PARCELA NO MOMENTO QUE APRESENTAVA FERTILIZAÇÃO VERDE .....	94
FIGURA 3.4 - (A.1; A.2) CRESCIMENTO EM ALTURA (cm) E (B) DIÂMETRO DO COLO (mm) DE <i>ARAUCARIA angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze SOB DIFERENTES REGIMES DE FERTILIZAÇÃO.....	102
FIGURA 3.5 - (A.1) <i>Araucaria angustifolia</i> aos 60 dias; (A.2) <i>A. angustifolia</i> aos 12 meses (A.3, A.4) ASPECTO PARCIAL DA ÁREA DE ESTUDO, <i>A. angustifolia</i> SO 24 MESES DE IDADE .....	103

### CAPÍTULO IV

FIGURA 4.1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	117
FIGURA 4.2 - PREPARO DO SOLO. (A) FERTILIZAÇÃO VERDE, (B) SUBSOLAGEM, (C) GRADAGEM, (D) CALAGEM .....	118
FIGURA 4.3 - COVEAMENTO SEMIMECANIZADO .....	118
FIGURA 4.4 – ALOCAÇÃO DOS TRATAMENTOS .....	119
FIGURA 4.5 - (A) VALORES MÉDIOS DE ALTURA (cm) DE <i>P. maximinói</i> , <i>P. taeda</i> e <i>C. japonica</i> . (B) VALORES MÉDIOS DE DIÂMETRO (mm) DE <i>P. maximinói</i> , <i>P. taeda</i> e <i>C. japonica</i> SUBMETIDOS A FERTILIZAÇÃO CONVENCIONAL (FC), FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA (FLL) E TESTEMUNHA.....	128
FIGURA 4.6 – ASPECTO PARCIAL DE PLANTAS DE <i>P. maximinói</i> AO LONGO DO ESTUDO. (A) 2 MESES; (B) 4 MESES; (C) 12 MESES; (D) 24 MESES DE IDADE .....	129
FIGURA 4.7 – ASPECTO PARCIAL DE PLANTAS DE <i>P. taeda</i> AO LONGO DO ESTUDO. (A) 2 MESES; (B) 4 MESES; (C) 12 MESES; (D) 24 MESES DE IDADE .....	130
FIGURA 4.8 - ASPECTO PARCIAL DE PLANTAS DE <i>Cryptomeria japonica</i> AO LONGO DO ESTUDO. (A) 2 MESES; (B) 4 MESES; (C) 12 MESES; (D) 24 MESES DE IDADE .....	131

### 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

FIGURA 8.1– (A) RECEBIMENTO E SEPARAÇÃO DAS MUDAS; (B) VISITA EM PROPRIEDADE RURAL ACOMPANHADA DO TÉCNICO EXTENSIONISTA DA EMATER-PR.....	138
FIGURA 8.2 – PRÁTICAS DE SILVICULTURA. (A.1, A.2) PLANTIO REALIZADO POR ACADÊMICOS DA UFPR; (B) VISITA REALIZADA POR ACADÊMICOS DA PUCPR.....	139
FIGURA 8.3 – “PROJETO ARBORETO” EM PROPRIEDADE RURAL NO MUNICÍPIO DE PAULO FRONTIN-PR; (A) ASPECTO DA ÁREA ANTES DA IMPLANTAÇÃO; (B) ASPECTO PARCIAL DA ÁREA 24 MESES APÓS A IMPLANTAÇÃO .....	139

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

TABELA	1.1- ANÁLISE DE SOLO NA ÁREA DE ESTUDO.....	45
TABELA	1.2 - DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS .....	48
TABELA	1.3 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS ALTURA TOTAL (H) E DIÂMETRO DE PLANTAS DO HÍBRIDO <i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake x <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO .....	52
TABELA	1.4 - RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL DO HÍBRIDO DE <i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake x <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO .....	58

### CAPÍTULO II

TABELA	2.1 - ANÁLISE DE SOLO NA ÁREA DE ESTUDO.....	71
TABELA	2.2 - DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS. ....	74
TABELA	2.3 - SOBREVIVÊNCIA DE <i>E. benthamii</i> (SEMENTE E CLONE) SUBMETIDOS A DIFERENTES ADUBAÇÕES EM 3, 12 E 24 MESES APÓS O PLANTIO .....	76
TABELA	2.4 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS ALTURA TOTAL (H) E DIÂMETRO DE PLANTAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> , ORIUNDAS DE PROPAGAÇÃO SEXUADA E VEGETATIVA, SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO .....	77
TABELA	2.5 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS ALTURA TOTAL (H) E DIÂMETRO DE PLANTAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> , ORIUNDAS DE PROPAGAÇÃO SEXUADA E VEGETATIVA, SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO .....	77
TABELA	2.6 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS ALTURA TOTAL (H) E DIÂMETRO DE PLANTAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> , ORIUNDAS DE PROPAGAÇÃO SEXUADA E VEGETATIVA, SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO .....	77

### CAPÍTULO III

TABELA	3.1- ANÁLISE DE SOLO DA ÁREA DE ESTUDO .....	93
TABELA	3.1 - DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS .....	95
TABELA	3.2 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS ALTURA TOTAL (H) E DIÂMETRO DO COLO DE PLANTAS DE <i>A. angustifolia</i> SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO .....	97

### CAPÍTULO IV

TABELA	4.1 – ANÁLISE DE SOLO DA ÁREA DE ESTUDO.....	115
TABELA	4.2 - DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS .....	120

TABELA	4.3 - CRESCIMENTO INICIAL DE <i>P. maximinói</i> , <i>P. taeda</i> e <i>C. japonica</i> EM RESPOSTA A FERTILIZAÇÃO NO PRIMEIRO PLANALTO PARANENSE AOS 3 MESES DE IDADE.....	122
TABELA	4.4 - CRESCIMENTO INICIAL DE <i>P. maximinói</i> , <i>P. taeda</i> e <i>C. japonica</i> EM RESPOSTA A FERTILIZAÇÃO NO PRIMEIRO PLANALTO PARANENSE AOS 12 MESES DE IDADE .....	124
TABELA	4.5 - CRESCIMENTO INICIAL DE <i>P. maximinói</i> , <i>P. taeda</i> e <i>C. japonica</i> EM RESPOSTA A FERTILIZAÇÃO NO PRIMEIRO PLANALTO PARANENSE AOS 24 MESES DE IDADE .....	126

## RESUMO

Com objetivo de avaliar a resposta a fertilização mineral sobre o desenvolvimento inicial em campo de seis espécies florestais em região de ocorrência de geada, foi conduzido, um experimento na Estação Experimental da UFPR, localizado no município de Pinhais-PR. As espécies estudadas foram: híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus benthamii* (origem clonal e seminal), *Araucaria angustifolia*, *Pinus maximinoi*, *Pinus taeda* (procedência África do Sul) e *Cryptomeria japonica*. O experimento foi constituído de delineamento inteiramente casualizado, onde cada parcela de espécie continha 80 plantas, sendo 48 plantas úteis que receberam três tratamentos de fertilização com 4 repetições de 4 plantas. O plantio ocorreu em dezembro de 2012 e as variáveis foram avaliadas até dezembro de 2014. O estudo se deu com base nos diâmetros do colo e diâmetro altura do peito, quando possível, e altura total. Os tratamentos de fertilização consistiram na comparação entre testemunha, fertilização convencional e fertilização de liberação lenta. Os fertilizantes foram aplicados 30 dias após o plantio (fertilização convencional de base e fertilização de liberação lenta); 60 dias após o plantio (apenas para fertilização convencional de cobertura) e fertilização de manutenção, aos 450 dias após o plantio. Para as espécies de *Eucalyptus* as quantidades e formulações de fertilização convencional foram: fertilização de base - 200 gr de NPK 6-30-6 + Ca + Mg; fertilização de cobertura - 200 gr de NPK 15-5-30 e fertilização de manutenção - 200 gramas de NPK 6-30-6 + Ca + Mg. Ainda considerando a fertilização convencional, as demais espécies receberam: fertilização de base 110 gramas de NPK 5-30-10, fertilização de cobertura - 150 gr de NPK 15-5-30 + B + Zn + Ca e fertilização de manutenção - 110 gr de 5-30-10 + Ca + Mg. A formulação do fertilizante de liberação lenta foi 11-21-19 + S + B + Zn, e as quantidades utilizadas foram 248 gramas para as espécies de *Eucalyptus* e 165 gramas para as espécies de coníferas. Avaliou-se o efeito da fertilização no crescimento inicial das plantas do híbrido *E. urophylla* x *E. globulus* e o rendimento de óleo essencial. Como resultado constatou-se que aos 24 meses de idade as plantas responderam positivamente as duas fertilizações (convencional e liberação lenta), mas o fertilizante não exerceu influencia significativa no rendimento de óleo essencial. Para as plantas de *E. benthamii*, comparou-se o desenvolvimento inicial de plantas oriundas de semente e de propagação vegetativa (clone) nas condições de fertilização. Neste caso, houve efeito positivo das fertilizações nas plantas clonais. Entre as coníferas estudadas, as espécies *A. angustifolia* e *P. maximinoi* responderam positivamente as fertilizações propostas, o mesmo não ocorreu com as demais coníferas *P. taeda* e *C. japonica*. Os fertilizantes apresentaram resposta positiva sobre as espécies, com exceção de *P. taeda* e *C. japonica*. Comparando as fertilizações aplicadas, o fertilizante de liberação lenta apresentou melhor resultado para as espécies *A. angustifolia* e *P. maximinoi* enquanto que a fertilização convencional foi mais eficiente para as demais espécies que responderam a fertilização.

**Palavras-chave:** *Eucalyptus uroglobulus*; óleo essencial; *Eucalyptus benthamii*, araucária; *Pinus maximinoi*; pinus; criptomeria; fertilização de liberação lenta.

## ABSTRACT

Aiming to evaluate the response to mineral fertilizing over the initial field development of six forest species in an area where hoar frosts occur, an experiment has been carried out at the *Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná*, located in the county of Pinhais-PR. The species being studied were: hybrid *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus benthamii* (clonal and seminal origin), *Araucaria angustifolia*, *Pinus maximinoi*, *Pinus taeda* (stemming from South Africa) and *Cryptomeria japonica*. The experiment consisted of completely randomized design, in which each share of the species contained 80 plants, being 48 useful plants that received three fertilizing treatments with 4 repetitions of 4 plants. The plantation occurred in December 2012 and the variables were evaluated up to December 2014. The study has taken place based on lap diameter and chest height-diameter, whenever possible, and overall height. The fertilizers were applied 30 days after planting (standard base fertilizing and slow-release fertilizing); 60 days after planting (only for standard cover adduction) and maintenance fertilizing, 450 days after planting. For the *Eucalyptus* species the quantities and formulation of standard fertilizing were: base fertilizing – 200 grams of formula 6-30-6 + Ca + Mg, cover fertilizing – 200 gr of 15-5-30 and maintenance fertilizing – 200 grams of NPK 6-30-6 + Ca + Mg. As to standard fertilizing, the remaining species have received: base fertilizing 110 grams of 5-30-10, cover fertilizing – 150 grams of 15-5-30 + B+ Zn+ Ca and maintenance fertilizing – 110 grams of 5-30-10 + Ca + Mg. The formulation of the slow-release fertilizer was 11-21-19 + S + B + Zn, and the used amounts were 248 grams for the *Eucalyptus* species and 165 grams for the conifers. The fertilizing effect on the initial growth of Hybrid *E. urophylla* x *E. globulus* has been evaluated along with the essential oil's yield. As to *E. benthamii* plants, the initial development of seed and vegetative reproduction (clone) has been compared. Among the studied conifers, species *A. angustifolia* and *P. maximinoi* have responded positively to the proposed fertilizing. The same, however, did not happen to the remaining conifers *P. taeda* and *C. japonica*. Fertilizers showed a positive response on the species, except for *P. taeda* and *C. japonica*. Comparing the applied fertilization, the slow-release fertilizer showed better results for the species *A. angustifolia* and *P. maximinoi* while base fertilization was more efficient for the other species who responded to fertilization.

**Keywords:** *Eucalyptus uroglobulus*; essential oil, *Eucalyptus benthami*, araucaria; *Pinus maximinoi*; pinus; sugi; slow-release fertilizing.



### 3 ESTRUTURA DA TESE

A presente tese foi estruturada em quatro capítulos. Cada capítulo forma um trabalho científico e tem-se a intenção de publicá-los em revistas. Para isso, os trabalhos serão ajustados de acordo com a norma de cada revista científica.

Os elementos “Introdução Geral” e “Revisão de Literatura” buscam mostrar ao leitor os pontos em comum que cada capítulo possui. Visto que, os capítulos foram construídos de maneira independente e serão constituídos de: Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusão e Referências.

No capítulo I abordaram-se os aspectos de crescimento inicial e rendimento de óleo essencial do híbrido *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus globulus* Labill. sob diferentes condições de fertilização.

No capítulo II foram apontadas a diferença no desenvolvimento entre plantas clonais e seminais de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cabbage em condições de fertilização.

O capítulo III avaliou o efeito do fertilizante de liberação lenta no crescimento inicial de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, município de Pinhais-PR.

O capítulo IV comparou o crescimento de *Pinus taeda* L., *Pinus maximinoi* H. E. Moore e *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex. L. f.) sob efeito de fertilização mineral em área de ocorrência de geada.

Por fim, para o fechamento trabalho, foram apresentadas as considerações finais e recomendações.

## 4 INTRODUÇÃO GERAL

Do ponto de vista social e econômico, cultivos florestais podem garantir emprego e renda, além de ser uma alternativa para diversificar e agregar valor a pequenos produtores rurais. Considerando a conservação na natureza, os cultivos podem contribuir a sua manutenção dos biomas, além de protegerem o solo, favorecerem infiltração da água da chuva, contriburem para fixação de carbono, dentre outros benefícios. O caráter de sustentabilidade que um plantio florestal pode agregar a uma propriedade é destacado por Vilcahamuan, Conto e Rodigheri (2002).

As florestas plantadas se constituem em importante fonte de matéria-prima para as indústrias de base florestal que pode ser dividida basicamente em: madeira para processo, madeira sólida e madeira para energia, além dos produtos florestais não madeiráveis e serviços ambientais já mencionados. Compondo o panorama nacional, o estado do Paraná está entre um dos principais estados com perfil florestal, de acordo com ABRAF (2013).

Apesar desse destaque do estado, no que se refere às plantações florestais, persistem muitos questionamentos inerentes à definição de espécies, procedências e uso de insumos e tecnologias. Para a escolha da espécie e suprimento da crescente demanda por produtos oriundos de plantios florestais, é fundamental conhecer aspectos inerentes ao cultivo, como ressalta Paludzyszyn Filho *et al.* (2006). Em termos climáticos, as geadas se constituem em um dos principais fatores que restringem a diversificação de espécies no estado, em especial na sua região centro-sul.

Experiências no estado e em áreas correlatas ao redor do Planeta mostram que existe uma variedade de espécies possíveis de serem cultivadas em regiões com essa característica climática, como ressaltam autores como Carvalho (1978), Carpanezzi *et al.* (1986), Lamprecht (1990), Paludzyszyn Filho *et al.* (2006). No entanto, desde a década dos incentivos fiscais até os dias atuais, predomina o cultivo do gênero *Pinus* L., com destaque para *Pinus taeda* L. e *Pinus elliottii* Engelm. Mais recentemente intensificou-se o cultivo de espécies do gênero *Eucalyptus* L'Hér.

Grande parte do território paranaense está sujeito a geadas e é classificado por Carpanezzi *et al.* (1986), no Zoneamento Ecológico para plantios florestais no estado, como “Região Bioclimática 1”. Para essa região, Carpanezzi *et al.* (1986) e Higa (1999) indicam *Eucalyptus dunnii* Maiden e *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage por sua tolerância a geadas.

Outras espécies florestais cultivadas em menor escala, também adaptadas para regiões com ocorrência de geadas, são *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. e *Populus deltoides* W. Bartram ex Marshall.

Neste contexto, a escolha de espécies tolerantes a geadas é fundamental para garantir o sucesso de empreendimentos florestais. Neste aspecto, deve ser considerada a busca por outras espécies e também procedências e clones mais indicados daquelas espécies já cultivadas. Para isso, estudos envolvendo procedências e clones tolerantes são fundamentais.

Outras técnicas silviculturais também podem contribuir para a otimização da resistência de uma espécie. A fertilização, por exemplo, favorece o crescimento das plantas, aumenta a produtividade e pode diminuir a suscetibilidade do indivíduo ao efeito da geada, conforme evidenciado por Stahl *et al.* (2012).

O fato a ser questionado neste ponto, é que fertilização mineral em cultivos florestais, sobretudo nas espécies de *Eucalyptus*, tem sido uma prática comum. Porém, a fertilização de outras espécies florestais, ainda não é uma prática freqüente, como ocorre com o cultivo de espécies do gênero *Pinus* no sul do Brasil. Deve-se ressaltar que a silvicultura tem sido praticada neste contexto nos solos considerados naturalmente pobres em nutrientes. Após vários ciclos de cultivo, estes solos tendem a ficar ainda mais pobres, fazendo com que a necessidade de fertilização aumente.

Entre os problemas clássicos da fertilização, temos perdas por processos como a lixiviação. Para minimizar estas perdas, algumas alternativas podem ser utilizadas. Entre as tecnologias de fertilização disponíveis atualmente encontram-se os fertilizantes de liberação lenta. Segundo Girardi e Mourão Filho (2003) os fertilizantes de liberação lenta, em geral, são encapsulados e disponibilizam os nutrientes em longo prazo, diminuindo perdas por lixiviação.

Quando o assunto é produção de mudas, tais fertilizantes já se tornaram insumo usual, especialmente quando se refere à mudas de *Eucalyptus*. Apesar disso, de acordo com Rossa (2013), o comportamento desta configuração de fertilizante em plantios florestais ainda é pouco explorado.

O Paraná é um estado essencialmente florestal, mas o perfil do setor vem sofrendo alterações. O cultivo florestal passou a ser interesse também de pequenos produtores rurais em função do custo da terra e da possibilidade de diversificar a produção rural. De acordo com Mattos, Silva e Magalhães (2004) grande parte desses novos agentes produtivos é composta por pequenos e médios produtores com experiência em produção agrícola e pecuária.

Por esse motivo existe demanda pela investigação para ampliar a base florestal, bem como quais tecnologias devem ser recomendadas para esse novo público de produtores. Diante destas demandas, surge, em parceria com o Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER-PR) o “Projeto Arboreto”.

O “Projeto Arboreto” visa o estabelecimento de parcelas de cultivos florestais com espécies potenciais para diferentes regiões do Estado com intuito de acompanhar seu comportamento e desenvolvimento. Os cultivos florestais são implantados em propriedades rurais por pequenos produtores. Essa parceria promove a aproximação da sociedade científica, representada pela Universidade e produtores rurais interessados na produção florestal. Com isso permite também o intercâmbio de conhecimento entre professores, acadêmicos, técnicos extensionistas e produtores. Tal esforço promove um exercício prático de silvicultura e complementa a formação acadêmica.

O estudo exibido nesta tese integra tal projeto e foi conduzido na Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná (Fazenda Canguiri), localizado no primeiro planalto paranaense sob influencia do clima “Cfb”, com ocorrência de geadas severas.

O experimento implantado na Fazenda Canguiri (Figura 1-A,B), juntamente com as unidades do interior, tem o intuito de comparar diferentes tecnologias silviculturais a fim de responder questionamentos de ordem prática dos produtores rurais. Dentre as questões constantemente presentes

destacam-se àquelas relativas à escolha de espécies, à escolha de material genético e ao uso de insumos.

A tese que será apresentada representa uma pequena parcela desse universo que foi descrito. Desta forma, aliando a necessidade em diversificar os cultivos florestais e apontar quais materiais genéticos e procedências são mais indicadas para regiões de estudo, o experimento objetivou avaliar a resposta de seis espécies florestais ao efeito de fertilização mineral convencional, comparando-a com a prática da fertilização de liberação lenta em campo.



FIGURA 1 – “PROJETO ARBORETO” ASPECTO PARCIAL DA ÁREA DO EXPERIMENTO LOCALIZADO NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, PINHAIS-PR. (A) ASPECTO PARCIAL ANTES DA IMPLANTAÇÃO; (B) 24 MESES APÓS A IMPLANTAÇÃO  
FOTOS: ALESSANDRO C. ANGELO (2012, 2014)

## 5 OBJETIVOS

### 5.1 OBJETIVO GERAL

- Verificar a resposta a fertilização mineral no crescimento inicial a campo de seis espécies florestais em região de ocorrência de geada.

### 5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar o desenvolvimento inicial do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus* sob condição de fertilização convencional e de liberação lenta;
- Testar o rendimento de óleo essencial para híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus* submetido a diferentes fertilizações;
- Comparar o crescimento de mudas seminais e clonais de *Eucalyptus benthamii* sob o efeito de fertilizante convencional e de liberação lenta em campo;
- Avaliar o comportamento a campo da espécie *Araucaria angustifolia* submetida fertilização mineral;
- Comparar o efeito da fertilização no crescimento inicial de *Pinus maximinoi*, *Pinus taeda* e *Cryptomeria japonica*.

## 6 REVISÃO DE LITERATURA

### 6.1 ESPÉCIES CULTIVADAS NO BRASIL

Dedicada ao estudo de métodos hábeis a promover a implantação e a regeneração dos povoamentos florestais, a silvicultura é uma ciência em função não apenas de interesses econômicos, mas também sociais e ecológicos (FERREIRA; SILVA, 2008).

A atividade de base florestal divide-se basicamente em três cadeias produtivas: madeira industrial (celulose e papel, papelão ondulado); madeira para energia (siderurgia a carvão vegetal) e processamento mecânico (móveis e madeira processada mecanicamente, que engloba a produção de madeira serrada, painéis reconstituídos, compensados e laminados e produtos de maior valor agregado), além de vários produtos florestais não madeireiros (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 2008). Além dos produtos diretos, as florestas também são responsáveis em proporcionar benefícios indiretos ou serviços ambientais, como regularização de mananciais, fixação de carbono, amenização do clima, entre outros (FERREIRA; SILVA, 2008).

No que se refere em cultivo florestal monoespecífico, predomina plantios de *Pinus*, com destaque para *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, e, *Eucalyptus*, no país, que correspondem cerca de 6,66 milhões de hectares e sua cadeia produtiva responde por 4,4 milhões de emprego (ABRAF, 2013) ocupando um percentual de 0,76% do território nacional (COSTA; BOSCARDIN; COSTA, 2012). Entre as principais espécies de *Eucalyptus* cultivadas no país, Ferreira e Silva (2008) citam: *E. grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, Híbrido “urograndis”, *Corymbia citriodora*, *E. camaldulensis*, *E. viminalis*.

No cenário nacional, além destas essências exóticas, o país também tem investido em outras espécies como: *Kaya ivorensis*, *Toona ciliata*, *Acacia mangium*, *Acacia mearnsii* e *Tectona grandis* (ABRAF, 2013). Mais recentemente foram introduzidos *Pinus maximinoi* e *E. benthamii* (FERREIRA; SILVA, 2008). No caso das espécies nativas, as que mais têm recebido destaque são: *Hevea brasiliensis*, *Schizolobium amazonicum* e *Araucaria*

*angustifolia* (ABRAF, 2013) cuja área plantada é menor que das demais espécies (FERREIRA; SILVA, 2008).

## 6.2 SILVICULTURA DE FLORESTAS PLANTADAS NO SUL DO BRASIL

Não diferente do restante do país, a silvicultura no sul, também utiliza como base espécies do gênero *Pinus* e *Eucalyptus* em grande parte de seus plantios. Segundo dados da ABRAF (2013) em termos numéricos os plantios de *Pinus* no Estado do Paraná correspondem a 39,65% dos plantios de pinus do país, já o gênero *Eucalyptus* corresponde a 2,089%. Além destas, o Estado ainda cultiva espécies como *Araucaria angustifolia*, *Populus* spp., *Acacia mearnsii* e *Acacia mangium* (ABRAF, 2013) e *Ilex paraguariensis* (ROSSA, 2013).

A predominância do gênero *Pinus*, reside especialmente pela resistência a geadas, freqüentes em grande parte do Estado. Segundo Assis e Santos (2012) no caso das espécies do gênero *Eucalyptus*, a expansão de plantios para alguns locais de clima frio, localizados na região Sul do Brasil tem sido limitada pela ocorrência de geadas e pela carência de espécies que sejam resistentes e que cresçam bem.

Para minimizar perdas com as geadas, algumas estratégias silviculturais podem ser utilizadas, desde a seleção de espécies naturalmente resistentes, passando pela seleção de procedências e clones mais tolerantes, como cita Wrege *et al.* (2009), e isto inclui, o planejamento da área. Stahl *et al.* (2012) descrevendo a silvicultura adotada pela empresa Klabin no planalto Catarinense, destaca a importância de implantar espécies mais resistentes nas cotas inferiores, onde a concentração de ar frio é intensa e, conseqüentemente, a formação da geada.

Além disso, uma fertilização adequada também pode contribuir para elevar a resistência à geada de uma planta. Para Garcia e De La Peña (2013) a resistência a geada pode ser influenciada pelo nível de nutriente. Neste contexto, Ramírez-Cueva e Rodríguez-Trejo (2010) estudaram o efeito da fertilização potássica e a resistência a baixas temperaturas em mudas de *Pinus*



*hartwegii* e concluíram que a fertilização conferiu maior resistência as plantas. Stahl *et al.* (2013) verificou que fertilizações em plantios de *E. benthamii* e *E. dunnii*, aceleraram o crescimento fazendo com que as plantas desenvolvessem a altura e diâmetro suficientes para que a intensidade de danos pela geada sejam menores.

### 6.3 SILVICULTURA CLONAL

Nos últimos anos, tem-se assistido no Brasil, um aumento no interesse pela silvicultura clonal, especialmente de *Eucalyptus*, decorrente das vantagens do processo quanto à possibilidade de contornar problemas de doenças, heterogeneidade e produtividade dos plantios florestais (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013). As estratégias de melhoramento genético de espécies florestais exóticas, de um modo geral, podem ser resumidas em seleção de espécies/procedências e seleção individual dentro de populações base (FERREIRA, 1992).

No contexto do plantio de florestas de *Eucalyptus* em áreas de ocorrência de geadas severas, a silvicultura clonal pode permitir o plantio em larga escala de indivíduos mais tolerantes e ou resistentes aos efeitos do congelamento sobre os diferentes genótipos, permitindo plantios de alta produtividade (SANTOS *et al.*, 2012).

### 6.4 FERTILIZAÇÃO FLORESTAL

Os plantios florestais no Brasil, em geral, encontram-se em solos de baixa fertilidade natural, exigindo, portanto, um aporte de nutrientes por meio de fertilização (BELLOTE; FERREIRA; SILVA, 2008; PAIVA *et al.*, 2011). Em curto prazo, a fertilização é um dos principais meios para se obter ganhos de produtividade, dentro de certos limites (PAIVA *et al.*, 2011). A magnitude dos ganhos varia com a qualidade do sítio, com o aumento do número de rotações, com a exigência nutricional e com o potencial de crescimento dos genótipos e

da fertilização recomendada (BARROS; NEVES; NOVAIS, 2000; BELLOTE; FERREIRA; SILVA, 2008).

Os nutrientes mais freqüentemente utilizados nas adubações de espécies florestais são o N, P e K; com menor freqüência o B e Zn. O Ca e Mg são aplicados por meio da calagem (BELLOTE; FERREIRA; SILVA, 2008).

A fertilização de arranque (PAIVA *et. al.*, 2011) ou fertilização de base tem o intuito de promover o crescimento inicial das mudas pós-plantio. Em geral, é constituída de fertilizante NPK, com maior teor de fósforo e é aplicada no sulco de plantio ou na cova, preferencialmente o mais próximo possível do plantio (BENEDETTI *et. al.*, 2000).

O fósforo (P) atua em diversas funções do metabolismo da planta, mas, sobretudo, promove a formação e crescimento das raízes (DECHEN; NACHTIGALL, 2007). Por isso, recomenda-se um teor mais elevado de fósforo na fertilização de base.

Paiva *et al.* (2011) recomenda a incorporação dos adubos utilizados como fertilização de arranque em plantios de eucaliptos. Para isso, sugere superfosfato simples ou NPK 06-30-06 aplicados em covetas laterais às mudas, em profundidade de 10 cm, a uma distância de 10 a 15 do coleto da planta.

Já a fertilização de cobertura objetiva suplementar o solo com nutrientes indispensáveis à expansão da área foliar e do sistema radicular das plantas em rápido crescimento, após o período de adaptação em campo. Neste caso, consiste na aplicação de fertilizantes contendo N, K e ou/B aplicados, geralmente, até 18 meses após o plantio (BENEDETTI *et. al.*, 2000).

Paiva *et al.* (2011) ressaltam que a primeira fertilização de cobertura deve ocorrer quando as mudas apresentarem completo pegamento, o que ocorre aproximadamente 40 ou 60 dias após o plantio, que pode ser utilizado NPK 20-00-20 ou NPK 10-00-20. Os autores recomendam, que a fertilização de cobertura, deve ser feita preferencialmente com o solo úmido para não ser necessária a incorporação do adubo, e a distribuição não deve ser junto à muda, e sim, a uma distância de 15 a 20 cm do caule.

Além destas, outra fertilização também pode compor o cronograma silvicultural. Denominada de fertilização de manutenção, Bellote, Ferreira e Silva (2008) ressaltam que esta, por sua vez, tem como objetivo fornecer K, Ca

e Mg e deve ser aplicada quando as plantas tiverem entre 2,5 e 3 anos de idade. A aplicação pode ser feita distribuindo o adubo e calcário entre as linhas de plantio com subsequente incorporação superficial do adubo (cerca de 5 cm de profundidade) (BELLOTE; FERREIRA; SILVA, 2008).

As plantas absorvem nutrientes a partir da solução do solo, quando se aplica um fertilizante ao solo, pretende-se que se consiga estabelecer uma concentração adequada de nutrientes na solução do solo (RODELLA; ALCARDE, 2000).

Fertilizantes de liberação lenta e controlada disponibilizam os nutrientes para as plantas, lentamente, durante um longo período de tempo (VALERI; CORRADINI, 2000). Entre as vantagens de utilizar um fertilizante de liberação controlada Hignett (1985) destaca o aumento da eficiência de absorção pelas plantas; minimização de perdas por lixiviação, fixação ou decomposição; redução dos custos de aplicação por meio do número de aplicações; e evita a queima de vegetação ou danos às mudas.

Apesar das vantagens apresentadas, na prática, os fertilizantes de liberação lenta são utilizados em menores quantidades, e, em geral para culturas de alto valor, como ressalta Rodella e Alcarde (2000). No setor florestal, os fertilizantes de liberação lenta tem sido empregado, em viveiros florestais (VALERI & CORRADINI, 2000). Pesquisas recentes envolvendo mudas dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* (PEZZUTTI; SCHUMACHER; HOPPE, 1999; MORAES Neto *et al.*, 2003) e espécies nativas (BRODANI *et al.*, 2008; LANG *et al.*, 2011; ROSSA *et al.*, 2011; ROSSA *et al.*, 2014) mostram a aplicação dos fertilizantes de liberação controlada na produção de mudas.

De acordo Garcia e De La Peña (2013) a fertilização com N, P e K de *Eucalyptus grandis* na região de Chajarí, Argentina no início da plantação é uma prática usada para atingir uma ocupação do sítio, aumentando o crescimento inicial e que pode resultar em uma resistência à geada devido a influencia dos nutrientes. Tais autores estudando a influencia de diferentes adubações e resistência à geada em *Eucalyptus grandis* na região de Chajarí, Argentina verificaram que a fertilização favorece o crescimento e plantas com maiores alturas tendem a ter menores danos com o frio.

Ramirez-Cuevas e Rodríguez-Trejo (2009) estudaram a influencia de baixas temperaturas em mudas de *Pinus hartwegii* submetidas a diferentes doses de

nitrito de potássio e concluíram que a fertilização com potássio conferiu maior resistência as mudas da espécie avaliada.

#### 6.5 *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus globulus* Labill.

A hibridação interespecífica tem se constituído na forma mais rápida e eficiente de obtenção de ganhos genéticos no melhoramento de espécies de *Eucalyptus*, com reflexos diretos e significativos na indústria de base florestal. A busca de complementaridade nas características tecnológicas da madeira, a tolerância a estresses bióticos e abióticos, bem como a manifestação de heterose, verificada em vários cruzamentos híbridos, constituem os principais caminhos para se produzir indivíduos superiores em crescimento, adaptação e qualidade da madeira (ASSIS; MAFIA, 2007 *apud* SANTOS, 2012).

Popularmente conhecido como *Eucalyptus uroglobulus*, essa “espécie” é um híbrido proveniente do cruzamento entre *E. urophylla* S. T. Blake e *E. globulus* Labill., cujo objetivo principal foi associar rendimento de celulose produzido pelo *E. urophylla* e maior tolerância ao frio e a seca do *E. globulus*.

O *E. urophylla* é indicado por Paiva *et al.* (2011) para ser cultivado no Brasil em regiões de clima subúmido úmido e subúmido seco, enquanto que o *E. globulus* é recomendado para a região de clima úmido e frio do sul do país.

O *E. urophylla* é uma das espécies de *Eucalyptus* mais plantadas no Brasil, possui grande plasticidade de adaptação e utilização (SCANAVACA Junior, 2001). Ocorre naturalmente no Timor e algumas ilhas da Indonésia (FAO, 1981) é recomendado para produção de lenha e carvão e se destaca na produção de celulose no Brasil e pode ser empregado em serraria (PAIVA *et al.*, 2011).

Originário da ilha de Tasmânia, Promontório de Wilson e costas do Estado de Victoria além das ilhas do estreito de Bass entre a Tasmânia e o continente Australiano, o *E. globulus*, pode ser empregado para construções sendo também recomendado para celulose (FAO, 1981). De modo geral, as condições climáticas na zona de ocorrência natural, podem ser consideradas como moderadamente quentes e moderadamente úmidas. A planta cresce em

vales, encostas e cumes de montanha preferindo solos bem drenados e com bom abastecimento de água (LAMPRECHT, 1990).

*E. globulus* apresenta alta densidade da madeira, baixo teor de lignina, tolerância ao frio e à seca, em regiões subtropicais à temperadas (RESENDE *et al.*, 2000). *E. globulus* também é apontado por Vitti e Brito (2003) como uma das principais espécies de *Eucalyptus* para produção de óleos essenciais no Brasil, pois apresenta Cineol em sua composição - óleo essencial com aplicação medicinal.

#### 6.6 *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cabbage

*Eucalyptus benthamii* Maiden & Cabbage é, a principal espécie do gênero, recomendada para plantios em áreas de ocorrência de geadas severas no sul do país (SILVA; HIGA; SANTOS, 2012). No Brasil, foi introduzido em 1988, em Colombo PR, pela Embrapa Florestas em um povoamento de famílias misturadas de dez matrizes da procedência Wentworth Falls, NSW, (Austrália) (GRAÇA; SHIMIZU; TAVARES, 1999).

É indicado, sobretudo nas regiões mais altas dos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, onde as precipitações médias anuais estão entre 1500 a 1900 mm com distribuição uniforme (HIGA *et al.*, 2012). De acordo com FAO (1981), *E. benthamii* é resistente a temperaturas de até -10°C, abaixo disso podem ocorrer perdas significativas no seu desenvolvimento. Tem sido implantado pela Klabin, no planalto catarinense, em regiões de cotas inferiores, ou seja, nas partes baixas do terreno, onde há concentração de ar frio e aumenta a intensidade da geada (STAHL *et al.*, 2012).

Naturalmente, ocorre em área com latitude aproximada de 34° S e altitudes inferiores a 100 m, onde a temperatura média máxima é 26° C e a temperatura média mínima é 4° C, com ocorrência de geadas leves e a precipitação anual é de 1100 mm com picos moderados no verão e outono. Na região de origem – Austrália, o *E. benthamii* é encontrado em áreas limitadas – ao oeste da cidade de Sydney, em planícies ao longo do rio Nepean e seus tributários. Originalmente, a espécie ocorria nos solos férteis das partes planas

de deposição de rios. Porém, a maior parte da população original foi cortada para a formação de pastagens ou foi inundada com a construção da represa de Warragamba tornando a espécie vulnerável (PRYOR, 1981 *apud* HIGA, 1999).

Graça, Shimizu e Tavares (1999) observaram, em plantios no município de Colombo, alta resistência à geada, rápido crescimento, boa forma de fuste e alta homogeneidade do talhão. No entanto, Stahl *et al.* (2012) ressaltam que para o plantio de *E. benthamii*, é necessário algumas estratégias para implantação, tais como: restringir época de plantio entre os meses de setembro a janeiro, além das recomendações silviculturais que a espécie exige.

#### 6.7 *Pinus maximinoi* H. E. Moore

Naturalmente, a floresta de *Pinus maximinoi* H. E. Moore se distribui desde o centro-sul do México passando pela Guatemala, Honduras, El Salvador se estendendo até noroeste da Nicarágua (ZÁRATE, 2008). Ocorre entre as altitudes de 600 até 2400 m de altitude, com precipitação de 1000 a 2000 mm anuais, crescendo em solos ácidos a básicos (pH 4,5 a 7,5) (FOLGAR, 2003). Possui fuste reto com altura entre 20 a 45 metros e DAP entre 70 a 110 centímetros (ZÁRATE, 2008), produz madeira de coloração clara e alta resistência (SHIMIZU; SEBBENN, 2008) cujo comum da madeira são: aglomerados, postes, placas, caixas de embalagens, construção flexível e leve, entre outros (ARTEAGA; PÉRZ, 2001).

No final do século XX teve início a investigação para prognose do potencial comércio de *P. maximinoi*, uma vez que mostrou-se uma alternativa para as plantações em diferentes países tropicais e subtropicais (ZÁRATE, 2008). Na Guatemala, *P. maximinoi* configura uma das espécies prioritárias do Programa de Incentivo Florestal (FOLGAR, 2003). No Brasil, é conhecida como uma das espécies de pinus tropicais e figura como opção para a diversificação da produção de espécies destinadas a madeira sólida (SHIMIZU; SEBBENN, 2008).

A investigação florestal sobre plantios dessa espécie ainda é incipiente, e os primeiros ensaios indicaram que trata-se de uma espécie tão ou mais produtiva que muitas outras espécies de pinus. Isso tem motivado a pesquisa

e conservação das florestas naturais nas regiões de origem, a fim de salvaguardar o patrimônio genético da espécie (ARTEAGA; PÉRZ, 2001). No Brasil, Shimizu e Sebbenn (2008) relatam que seu crescimento tem sido maior que das demais espécies do gênero, usadas tradicionalmente na silvicultura intensiva e tende a produzir alta frequência de “fox tail”.

De acordo com Kageyama e Caser (1982) e Moraes *et al.* (2007), o rabo-de-raposa é uma característica de alta herdabilidade, porém com variabilidade elevada dentro dos povoamentos, permitindo ganhos genéticos ao se aplicar técnicas de melhoramento. Este parâmetro genético também possui importante interação genótipo/ambiente, principalmente em relação à variáveis climáticas. Silva (2007) observou correlação positiva entre a incidência do rabo-de-raposa e altos índices pluviométricos, enquanto Masatoshi (1994) verificou elevada presença do mesmo em altitudes inferiores à 2 mil metros.

#### 6.8 *Pinus taeda* L.

Natural dos Estados Unidos, no país de origem abrange 14 estados do Sul e Sudeste em regiões com clima temperado, verões longos e invernos suaves. É plantado na região de origem e em várias partes do mundo, para produção de madeira de processamento industrial (SHIMIZU; SEBBENN, 2008). No Brasil, foi introduzido na década de 1940, por iniciativa do Serviço Florestal do Estado de São Paulo que se destacava pela facilidade nos tratamentos culturais e rápido crescimento (SHIMIZU, 2008). A intensificação se deu após a promulgação da lei de incentivos fiscais, sobretudo nos Estados do Sul, constituindo atualmente a base florestal de diversas atividades industriais (FERREIRA *et al.*, 2008).

Os avanços silviculturais incorporados são responsáveis por grande parcela do aumento da produtividade (FERREIRA; SILVA, 2008). Entre as práticas silviculturais estabelecidas, podemos citar produção de mudas a partir de material de sementes melhoradas, passando por boas práticas no viveiro, incluindo preparo do solo e manutenção.

A produtividade dos plantios de pinus vem seguindo uma tendência de ganhos expressivos, passando por 25 m<sup>3</sup>.ha.ano<sup>-1</sup> em 1990 (MEADRO, 2008) para mais de 40 m<sup>3</sup>.ha.ano<sup>-1</sup> em 2013 (ABRAF, 2013).

No entanto, diante da larga experiência em cultivo dessa espécie, ainda é possível apontar alguns pontos que podem ser apurados. Procedimento de fertilização, por exemplo, para cultivos de *P. taeda*, ainda não é uma prática comum a todos os produtores. De acordo com Ferreira *et al.* (2008) a rapidez de crescimento e a ausência de sintomas de deficiência condicionaram a idéia de que as plantações dispensariam a prática de fertilização mineral no Brasil. Por outro lado, o efeito da fertilização NPK em povoamentos de *P. taeda* é amplamente estudado no sudeste dos Estados Unidos (DICKENS *et al.*, 2004; TRICHET *et al.*, 2009)

#### 6.9 *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex. L. f.) D. Don

*Cryptomeria japonica* (Thunb. ex. L. f.) D. Don é originária da região temperada do Japão (CARPANEZZI; CARVALHO, 1988) ocorre naturalmente entre 600 e 1.800 metros de altitude, em clima caracterizado por invernos frios, com ocorrência de neve e verões moderadamente quentes (ALVES *et al.*, 1984).

*Cryptomeria japonica* é uma das espécies de madeira mais importantes no Japão (KONDO; KURAMOTO, 2007; TSUMURA, 2011). Destaca-se por ser uma espécie arbórea de grande porte, madeira leve e de coloração avermelhada (CAPALDI, 2002), possui fuste reto e rápido crescimento (KONDO; KURAMOTO, 2007). A espécie foi plantada por todo o Japão, atualmente responde por 45% das florestas cultivadas neste país (KONDO; KURAMOTO, 2007; TSUMURA, 2011). Foi introduzida em países como: Canadá, Índia, Indonésia, Irã, Nova Zelândia, África do Sul, Tanzânia, Reino Unido e Estados Unidos da América (ORWA *et al.*, 2009).

Apresenta boa adaptação ao clima e solo da região Sul do Brasil e boa resposta às tecnologias silviculturais, associada à qualidade e diversidade de utilização de sua madeira para papel e celulose, chapas, construções de casas, móveis, barcos e navios (SANTOS *et al.*, 2000). De madeira durável e fácil preservação, no Japão, é amplamente utilizada para construção leve, mobiliário, caixaria, entre outros (ORWA *et al.*, 2009). Além do potencial madeireiro, a espécie, é fonte de óleos essenciais para uso na indústria



farmacêutica (SANTOS *et al.*, 2000), utilizada como quebra-vento e espécie ornamental (ORWA *et al.*, 2009).

De acordo com Pereira, *et al.*, 2003, a espécie tem sido plantada em pequenas escala em Caieiras-SP (750 a 1.000 m de altitude) e em Camanducaia, na Serra da Mantiqueira, no sul de Minas Gerais (cerca de 1.500 m de altitude). Segundo os autores, em condições ideais, *C. japonica* possui desenvolvimento bastante vigoroso, tendo incrementos já registrados de 45 m<sup>3</sup>/ha.ano.

No Paraná, foi recomendada para plantios comerciais nas regiões bioclimáticas 1 e 2, em locais acima de 800 m. Em ensaio de procedência, em Colombo-PR, na Região Metropolitana de Curitiba, as procedências japonesas mostraram-se mais susceptíveis ao frio, na fase inicial, em comparação à procedência Camanducaia-MG (CARPANEZZI *et al.*, 1986).

#### 6.10 *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze.

A *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae) domina o bioma Floresta Ombrofila Mista forma um estrato dominante e contínuo acima de 30 metros de altura, podendo ocorrer indivíduos emergentes acima de 40 metros (RODERJAN *et al.*, 2002). Também conhecida como “mata-de-araucária ou pinheiral” (IBGE, 1992) a Floresta Ombrofila Mista compreende as formações florestais típicas e exclusivas dos planaltos da região Sul do Brasil, com disjunções na região Sudeste e em países vizinhos (Paraguai e Argentina). Encontra-se predominantemente entre 800 e 1200 m de altitude, podendo eventualmente ocorrer acima desses limites (RODERJAN *et al.*, 2002).

A fisionomia da Floresta Ombrofila Mista é composta basicamente de um predomínio de araucária no dossel acompanhada de folhosas no estrato superior e no sub-dossel (SANQUETTA; MATTEI, 2006).

Possui fuste reto e cilíndrico foi intensamente explorada no século XX devido, especialmente, as características da madeira. De acordo com Lamprecht (1990) pode ser utilizada para os mais finos móveis, madeira

decorativa e de ressonância, para interiores além da confecção de palitos de fósforo, chapas de fibras e ainda na fabricação de celulose.

A redução das florestas de araucária devido a extração predatória de sua madeira fez com que a espécie fosse inserida na lista de espécies em extinção (ZANETTE; OLIVEIRA; BIASI, 2011). A araucária apresenta características físico-mecânicas superiores às das espécies exóticas plantadas no Brasil como os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, porém seu cultivo está em declínio há algumas décadas devido aos obstáculos que os produtores têm que enfrentar para sua utilização (LOUREIRO, 2013). O incentivo ao plantio da espécie desempenha um papel chave na conservação do ecossistema, além de plantios voltados para a produção de madeira, plantios destinados a produção e comercialização de pinhão pode ser uma saída para estimular o cultivo da espécie (ZANETTE; OLIVEIRA; BIASI, 2011).

## REFERÊNCIAS

- ABRAF. **Anuário estatístico ABRAF 2013 - ano base 2012**. Brasília, 2013. 148 p. Disponível em: <[www.abraflor.org.br/estatisticas.asp](http://www.abraflor.org.br/estatisticas.asp)>. Acesso em: 6 maio 2014.
- ARTEAGA, M. B.; PÉREZ, C. A. *Pinus maximinoi* H. Moore. Una especie prometedora para las plantaciones forestales comerciales en el trópico. **Foresta Veracruzana**, 2001. 3(002). Universidad Veracruzana, Xalapa México. P. 63 – 70.
- ASSIS, T.F., MAFIA, R.G. Hibridação e Clonagem. In: Borem, A. Biotecnologia Florestal. Viçosa, MG, Editora UFV. 2007. pp: 93-121.
- BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F.. Recomendação de fertilizantes minerais em plantios florestais. In: GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, Vanderlei. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba, Sp: Ipef, 2000. Cap. 9. p. 269-286.
- BELLOTE, Antonio Francisco Jurado; FERREIRA, Carlos Alberto; SILVA, Helton Damin da. Nutrição, fertilização e calagem para Eucalyptus. In: FERREIRA, Carlos Alberto; SILVA, Helton Damin da (Org.). **Formação de povoamentos florestais**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2008. Cap. 9. p. 55-65.
- BENEDETTI, V.; GONÇALVES, J. L. M.; FESSEL, V. A. G.. Mecanização da fertilização florestal. In: GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, Vanderlei. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba, Sp: Ipef, 2000. Cap. 14. p. 415-427.
- BRONDANI, Gilvano E. *et al.* Fertilização de liberação controlada no crescimento inicial de angico-branco. **Scientia Agraria**, Curitiba, Pr, v. 9, n. 2, p.167-176, 2008.
- CAPALDI, Flavia R. **Avaliação de diferentes fontes de nitrogênio em explantes de *Cryptomeria japonica* D. Don "elegans" cultivo in vitro: análise bioquímicas e relações entre reguladores vegetais**. 2002. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, Sp, 2002.
- CARPANEZZI, A. A.; FERREIRA, C. A.; ROTTA, E.; NAMIKAWA, I. S.; STURION, J. A.; PEREIRA, J. C. D.; MONTAGNER, L. H.; RAUEN, M. J.; CARVALHO, P. E. R.; SILVEIRA, R. A.; ALVES, S. T. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná**. Documentos 17. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. 89 p.

CARPANEZZI, A.; CARVALHO, P.E.R. **Zoneamento ecológico para plantios florestais do Estado de Santa Catarina**. Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1988. 103 p. (EMBRAPA-CNPQ. Documento 21).

CARVALHO, P. E. R. Algumas características ecológicas e silviculturais de quatro espécies florestais do Estado do Paraná. **Dissertação de Mestrado**. 170 fls. Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal. Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, 1978.

COSTA, Ervandil C; BOSCARDIN, Jardel; COSTA, Marcus A Gonçalves. A SILVICULTURA NO BRASIL, E OS REFLEXOS AMBIENTAIS: UMA VISÃO HOLÍSTICA. In: VII CONGRESO DE MEDIO AMBIENTE, 7., 2012, La Plata, Argentina. **VII Congreso de Medio Ambiente**. La Plata, Argentina: UNLP, 2012. 16 p. Disponível em <  
<http://www.congresos.unlp.edu.ar/index.php/CCMA/7CCMA/paper/viewFile/807/349>>. Acesso em 15 de outubro de 2014.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R.. Elementos requeridos à nutrição das plantas. In: NOVAIS, R. F. et al (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa - Minas Gerais: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap. 3. p. 91-132.

DICKENS, E.D.; BARNETT, J.P.; HUBBARD, W.G.; JOKELA, E.J., eds. 2004. Slash pine: still growing and growing! Proceedings of the slash pine symposium. Gen. Tech. Rep. SRS-76. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 148 p.

FAO. **El eucalipto en la repoblación forestal**. Roma: Organización de Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación, 1981. 723 p.

FERREIRA, Mario. MELHORAMENTO E A SILVICULTURA INTENSIVA CLONAL. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, São Paulo, n. 45, p.22-30, 1992.

FERREIRA, Carlos Alberto; SILVA, Helton Damin da. (org.) **Formação de Povoamentos Florestais**. Colombo, Pr: Embrapa, Florestas, 2008. 109 p.

FERREIRA, C. A.; SILVA, C. A.; BELLOTE, A. F. J.; ANDRADE, G. de C. Nutrição de Pinus no sul do Brasil. In: FERREIRA, Carlos Alberto; SILVA, Helton Damin da. [org.] **Formação de Povoamentos Florestais**. Colombo, PR: Embrapa, Florestas, 2008. Cap. 10. p. 67-84.

FOLGAR, Ricardo Ismael Avila. **Evaluación del estado y crecimiento inicial de cuatro especies prioritarias (Pinus maximinoi H.E. Moore, Pinus caribaea Morelet, Pinus oocarpa Schiede y Tectona grandis L.F.), del Programa de Incentivos Forestales en la región 2, en los departamentos de Alta y Baja Verapaz, Guatemala**. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 2003. 162 p.

GARCIA, M de los A.; DE LA PEÑA, C. Respuesta a la fertilización de otoño en plantaciones de eucalipto en Entre Ríos. **Quebracho** Vol.21(1,2): 16-25. (2013).

GRAÇA, Maria Elisa C.; SHIMIZU, Jarbas Y.; R.TAVARES, Fernando. CAPACIDADE DE REBROTA E DE ENRAIZAMENTO DE *Eucalyptus benthamii*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, Pr, v. 39, p.135-138, 1999.

GIRARDI, Eduardo Augusto; MOURÃO FILHO, Francisco de A. A.. EMPREGO DE FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO LENTA NA FORMAÇÃO DE POMARES DE CITROS. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 24, n. 2, p.507-518, 2003.

HIGA, R. C. V. Aspectos ecológicos e silviculturais do *Eucalyptus benthamii*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, nº 38, p. 121-123, jan/jun, 1999.  
HIGA, R. C. V.; WREGGE, M. S.; HIGA, A. R.; SANTOS, G. A. Considerações sobre exigências climáticas de *Eucalyptus benthamii*. In: SILVA, Luciana Duque; HIGA, Antonio Rioyei; SANTOS, Glêison Augusto dos (Coord.). **Silvicultura e melhoramento genético de *Eucalyptus benthamii***. Curitiba, Pr: Fupef, 2012. Cap. 1. p. 11-19.

HIGNETT, T. **Fertilizer Manual**. 1985. Publisher Springer Netherlands.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Manual técnico da vegetação brasileira, n. 1. **Rio de Janeiro: DEDIT/CDDI**. 1992.

KAGEYAMA, P. Y.; CASER, R. L. Adaptação de espécies de *Pinus* na região nordeste do Brasil. **Série Técnica IPEF 3(10)**: PP.33 – 56, 1982.

KONDO, T.; KURAMOTO, N.. *Cryptomeria japonica*. In: KOLE, C. (Ed.). **Forest Trees**. Department Of Horticulture, The Pennsylvania State University, 2007. Cap. 8. p. 211-221. (Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants). Publisher Springer Berlin Heidelberg.

KURAMOTO, N.. *Cryptomeria*. In: KOLE, C. (Ed.). **Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources: Forest Trees**. Institute of Nutraceutical Research, Clemson University, 2011. p. 49-63. (Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants). Publisher Springer Berlin Heidelberg.

LAMPRECHT, Hans. **Silvicultura nos Trópicos: Ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas - possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Rossdorf: Deutsche Gesellschaft Fur Technische Zusammenarbeit (gtz), 1990. 343 p. Trad. de Guilherme de Almeida-Sedas e Gilberto Calcagnotto.

LANG, A.; MALAVASI, U. C.; DECKER, V.; PÉREZ, P. V.; ALEIXO, M. A.; MALAVASI, M. de M. Aplicação de fertilizante de liberação lenta no estabelecimento de mudas de ipê-roxo e angico-branco m área de domínio de ciliar. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 41, n. 2, p.271-276, 2011.

LOUREIRO, Gabrielle Hambrecht. **DIAGRAMA DE MANEJO DA DENSIDADE PARA *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.** 2013. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Universidade Federal do Parana, Curitiba, 2013.

MASATOSHI, E. Camcore: Twelve years of contribution to reforestation in the Andean region of Colombia. **Forest Ecology and Management**, pp.63(2-3), 219-233, 1994.

MATTOS, P. P.; SILVA, V. P. da; MAGALHÃES, W. L. E.. **Agregação de valor à pequena produção florestal madeireira.** Colombo, PR: Embrapa, Florestas, 2004. 29 p.

MEADRO, Moacir José Sales. Apresentação. In: SHIMIZU, Jarbas Y. (Ed.). **Pinus na silvicultura brasileira.** Colombo, PR: EMBRAPA, Florestas, 2008.

MORAES NETO, S. P. de.; GONÇALVES, J. L. de M.; ARTHUR Junior, J. C., DUCATTIS, F. AGUIRRE Junior, J. H. FERTILIZAÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS E EXÓTICAS. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, p.129-137, 2003.

MORAES, M. L. T.; MISSIO, R. F.; SILVA, A. M.; CAMBUIM, J.; SANTOS, L. A.; RESENDE, M. D. V. Efeito do desbaste seletivo nas estimativas de parâmetros genéticos em progênies de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis*. **Scientia Forestalis**, pp.74, 55-65, 2007.

ORWA, C., MUTUA, A., KINDT, R., JAMNADASS, R., ANTHONY, S. 2009. Agroforestry Database: a tree reference and selection. Guide version 4.0. Disponível em <<http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp>> . Acesso em 20 de novembro de 2014.

PAIVA, Haroldo Nogueira de *et al.* **Cultivo do Eucalipto: Implantação e Manejo.** 2. ed. Viçosa - Minas Gerais: Aprenda Fácil Editora, 2011. 354 p.

PALUDZYSZYN FILHO, Estefano; SANTOS, Paulo Eduardo Telles dos; FERREIRA, Carlos Alberto. **Eucaliptos Indicados para Plantio no Estado do Paraná.** Colombo, Paraná: Embrapa Florestas, 2006. 45 p. (Documentos 129).

PEREIRA, J. C. D.; HIGA, R. C. V.; SHIMIZU, J. Y. Propriedades da madeira do cedrinho japonês. **Comunicado Técnico nº 88** Embrapa Florestas. pp. 04, 2003.

PEZZUTTI, Raul Vicente; SCHUMACHER, Mauro Valdir; HOPPE, Juarez Martins. CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Eucalyptus globulus* EM RESPOSTA À FERTILIZAÇÃO NPK. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 117-125, 1999. Disponível em:

<<http://coral.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v9n2/art10v9n2.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2014.

PRYOR, L.D. **Australian endangered species: Eucalyptus**. Canberra: Commonwealth of Australia. 1981, 139p.

RAMÍREZ-CUEVA, Y.; RODRÍGUEZ-TREJO, D. A. Resistencia a bajas temperaturas em *Pinus hartwegii* sometido a diferentes tratamientos com potasio. **Revista Chapingo**. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 16(1): 79-85, 2010.

RESENDE, M. D. V.; REZENDE, G. D. S. P.; AGUIAR, A. M.; BARBOSA, M. H. P. SELEÇÃO RECORRENTE E O MELHORAMENTO GENÉTICO DO EUCALIPTO NO BRASIL. In: IV **SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS**, 2000.

RODELLA, A. A.; ALCARDE, J. C.. Requisitos de qualidade física e química de fertilizantes. In: GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, Vanderlei. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba, Sp: Ipef, 2000. Cap. 3. p. 59-78.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F. KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, n. 24, p. 75-92, jan/jun 2002.

ROSSA, Überson Boaretto *et al.* FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Araucaria angustifolia* E *Ocotea odorifera*. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 3, p.491-500, jul. 2011. Trimestral. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/floresta/article/viewFile/24040/16075>>. Acesso em: 08 nov. 2014.

ROSSA, U. B. *et al.* FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *GALLIESIA INTEGRIFOLIA* (SPRENG.) HARMS. **Revista Agrocientífica**, Xanxerê, SC, v. 1, n. 1, p.23-32, 2014. Disponível em: <<http://editora.unoesc.edu.br/index.php/agrocientifica/article/view/4861>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

ROSSA, Überson Boaretto. **PRODUTIVIDADE E COMPOSTOS FOLIARES DE ERVA-MATE SOB EFEITOS DE LUMINOSIDADE E FERTILIZAÇÃO**. 2013. 207 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <[http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf\\_dr/2013/t331\\_0382-D.pdf](http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_dr/2013/t331_0382-D.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2014.

SANQUETTA, Carlos Roberto; MATTEI, Eloi. **Perspectivas de recuperação e manejo sustentável das florestas de Araucária**. Curitiba: Multi Graphic Gráfica e Editora, 2006.

SANTOS, C. B. dos; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M.; MOSCOVICH, F. A. EFEITO DO VOLUME DE TUBETES E TIPOS DE SUBSTRATOS NA QUALIDADE DE MUDAS DE *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p.1-15, 2000.

SANTOS, G. A. dos; CABEL, S. R.; ASSIS, T. F. de; FIER, I. S. N.; MENDES, C. J.; PUCCI, J. A. de L. Potencial da silvicultura clonal de *Eucalyptus benthamii* para o Sul do Brasil. In: SILVA, Luciana Duque; HIGA, Antonio Riroyei (Org.). **Silvicultura e melhoramento genético de *Eucalyptus benthamii***. Curitiba, Pr: Fupef, 2012. Cap. 5. p. 77-103.

SCANAVACA JUNIOR, Laerte. **Caracterização silvicultural, botânica e tecnológica do *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake e de seu potencial para utilização em serraria**. 2001. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, Sp, 2001.

SHIMIZU, Jarbas Yukio. Introdução. In: SHIMIZU, Jarbas Y. (Ed.). **Pinus na silvicultura brasileira**. Colombo, Pr: Embrapa, Florestas, 2008. Cap. 1. p. 16-16.

SHIMIZU, Jarbas Yukio; SEBBENN, Alexandre Magno. Espécies de *Pinus* na silvicultura brasileira. In: SHIMIZU, Jarbas Y. (Ed.). **Pinus na silvicultura brasileira**. Colombo, Pr: Embrapa, Florestas, 2008. Cap. 3. p. 49-74.

SILVA, L. D.; HIGA, A. R.; SANTOS, G. A. dos S. (Coor.). **Silvicultura e melhoramento genético de *Eucalyptus benthamii***. Curitiba, PR: Fupef, 2012. 144 p.

SILVA, J. C. **Evaluation of an international series of *Pinus kesiya* provenance trials for adaptive, growth and wood quality traits**. University of Copenhagen, pp.49, 2007.

STAHL, J.; LAZZAROTTI, G.; NAMIKAMA, I. S.; CHAVES, D. M.; MOREIRA, A. M.; MENDES, C. J., PUCCI, J. A. Silvicultura de *Eucalyptus benthamii* na Klabin S/A. In: SILVA, L. D.; HIGA, A. R.; SANTOS, G. A. dos S. (Coor.). **Silvicultura e melhoramento genético de *Eucalyptus benthamii***. Curitiba, Pr: Fupef, 2012. Cap. 6. p. 105-121.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Fatos e números do Brasil Florestal**. São Paulo, 2008.



TRICHET, P.; BAKKER, M. R. AUGUSTO, L.; ALAZARD, P.; MERZEAU, D.; SAUR, E. Fifty Years of Fertilization Experiments on *Pinus pinaster* in Southwest France: The Importance of Phosphorus as a Fertilizer. **Forest Science**, Bethesda, Md, v. 55, n. 5, p.390-402, 2009.

TSUMURA, Y. (2011) *Cryptomeria*, C. Kole (ed), Wild Crop Relatives: Genomics and Breeding Resources, Forest Trees, pp 49-64. Publisher Springer Berlin Heidelberg.

VALERI, S. V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiros para produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, Vanderlei. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba, Sp: Ipef, 2000. Cap. 6. p. 167-190.

VILCAHUAMAN, Luciano Javier Montoya; CONTO, Arnaldo José de; RODIGHIERI, Honorino Roque. **O Plantio e o Processamento Florestal como Alternativa Econômica para Pequenas Propriedades e Comunidades Rurais**. Colombo, Pr: Embrapa, Florestas, 2002. 29 p. (Documentos 71).

VITTI, Andrea M. S.; BRITO, José Otávio. **Óleo Essencial de Eucalipto**. Piracicaba, São Paulo: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, 2003. 26 p. (Documentos Florestais nº 17).

WREGE, M. S. *et al.* **Zoneamento Agroclimático do Eucalipto para o Estado do Rio Grande do Sul e Edafoclimático na Região do Corede Sul - RS**. (Ed.) FLORES, C. A.; ALBA, J. M. F. WREGE, M. S. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 87 p.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. da. **Sivicultura clonal: Princípios e técnicas**. 2. Ed. Viçosa, MG: UFV, 2013. 279 p.

ZANETTE, F.; OLIVEIRA, L. da S.; BIASI, L. A.. GRAFTING OF *Araucaria angustifolia* (BERTOL.) KUNTZE THROUGH THE FOUR SEASONS OF THE YEAR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p.1364-1370, 2011. Comunicado Técnico.

ZÁRATE, Mequeas González. **Estimación de la biomasa aérea y la captura de carbono en regeneración natural de *Pinus maximinoi* H. E. Moore, *Pinus oocarpa* var. *ochoterenai* Mtz. y *Quercus* sp. en el norte del Estado de Chiapas, México**. 2008. 81 f. Tese (Doutorado) - Curso de Escuela de Posgrado, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE, Turrialba, Costa Rica, 2008.

**CAPÍTULO I - CRESCIMENTO INICIAL E RENDIMENTO DE ÓLEO  
ESSENCIAL DO HÍBRIDO *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus  
globulus* Labill. SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO**

**RESUMO**

Atualmente, o Paraná ocupa o terceiro lugar no *ranking* em área destinada a plantios florestais. Entre as principais espécies cultivadas no Estado, estão às pertencentes aos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. O clone híbrido de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus globulus* Labill., popularmente conhecido como *Eucalyptus uroglobulus*, foi combinado com o intuito de associar o rendimento de celulose produzido pelo *E. urophylla* e maior tolerância ao frio e a seca do *E. globulus*, além disso esta espécie possui a qualidade adicional de ser produtora de óleo essencial. Diante desse contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o crescimento inicial e o rendimento de óleo essencial do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus*, sob diferentes regimes de fertilização. O estudo foi conduzido na Estação Experimental Canguiri, da Universidade Federal do Paraná, situada no município de Pinhais, cujo clima predominante é do tipo Cfb, mesotérmico úmido com ocorrência de geadas, no período de dezembro de 2012 à dezembro de 2014. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições de quatro plantas. O experimento foi constituído de três tratamentos: FC – fertilização na formulação convencional (200 gramas de fertilizante NPK 6-30-6 + Ca + Mg, fertilização de base; 200 gramas de fertilizante 15-5-30 + B + Zn + Ca, fertilização de cobertura e 200 gramas de NPK 6-30-6 + Ca + Mg, fertilização de manutenção); FLL – fertilização de liberação lenta (248 gramas de fertilizante NPK 11-21-19 + S + B + Zn, fertilização de base e mais uma aplicação como fertilização de manutenção) e T – testemunha, sem fertilização. Para a avaliação do crescimento foram consideradas as variáveis diâmetro do colo e altura aos três e doze meses de idade; e, diâmetro altura do peito aos 24 meses de idade. Para o rendimento do óleo foram coletadas amostras aos 24 meses de idade. A extração foi realizada pelo método de arraste a vapor – equipamento tipo *Clevenger*, considerando 100 gramas de amostra fresca picada e submetida à extração por um período de 4 horas a 96°C. A análise de variância para o crescimento inicial revelou que houve diferença estatística para ambas as variáveis nos três períodos avaliados. O resultado aos 24 meses mostrou que as plantas responderam positivamente as duas fertilizações (convencional e liberação lenta), sendo que as médias da fertilização convencional foram superiores em todas as avaliações. Quanto ao rendimento de óleo essencial, a análise revelou que não houve diferença entre os tratamentos. Desta forma, os resultados deste estudo permitiram concluir que a fertilização não influenciou no rendimento do óleo essencial.

*Palavras-chave:* *Eucalyptus uroglobulus*; óleo essencial; híbrido; fertilização.

## CHAPTER I – INITIAL GROWTH AND ESSENTIAL OIL YIELD OF HYBRID *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus globulus* Labill. UNDER DIFFERENT FERTILIZING CONDITIONS

### ABSTRACT

Currently, Paraná sits on the third place in the forest plantation-intended area ranking. Among the main species cultured in the state are the ones belonging to *Pinus* and *Eucalyptus* genres. The hybrid clone of *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus globulus* Labill., popularly known as *Eucalyptus uroglobulus*, has been combined with the intention of associating the cellulose yield produced by *E. urophylla* and greater tolerance to *E. globulus* cold and drought. Besides, this species has the additional quality of producing essential oil. Given that context, the present study has aimed to evaluating the initial growth and essential oil yielding from the hybrid *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus* under different fertilizing regimes. The study has been carried out at the Estação Experimental Canguiri, da Universidade Federal do Paraná, located at the county of Pinhais, in which the prevailing climate is Cfb, humid mesothermal with hoar frost occurrence, in the time lapse between December 2012 and December 2014. The used design has been the completely randomized one with three treatments and four repetitions of four plants. The experiment has been made up of three treatments: FC – Standard formulation fertilizing (200 grams of fertilizer NPK 6-30-6 + Ca + Mg, base fertilizing; 200 grams of fertilizer 15-5-30 + B + Zn + Ca, cover fertilizing and 200 grams of NPK 6-30-6 + Ca + Mg, maintenance fertilizing); FLL – slow-release fertilizing (248 grams of fertilizer NPK 11-21-19 + S + B + Zn, base fertilizing plus another application as maintenance fertilizing) and T – witness, with no fertilizing. For the evaluation of growth, the variables considered were lap diameter and height at three and twelve months post-planting; and, chest diameter and height at the age of 24. For the oil yield samples were collected at the age of 24 and the extraction was carried out using the vapor-dragging method – Clevenger-type equipment, considering 100 grams of fresh sample chopped and submitted to extraction for a period of 4 hours in a 96°C temperature. The variance analysis to the initial growth has shown that plants responded positively to both fertilizations (standard and slow-release), bearing in mind that the standard fertilizing average has been higher through all evaluations. As to the essential oil yielding, analysis has revealed that there was no difference between treatments. Therefore, the results to this study have led to understanding that fertilizing had no influence on the essential oil yielding.

**Keywords:** *Eucalyptus uroglobulus*; essential oil; hybrid; fertilization.

## 1 INTRODUÇÃO

A área destinada aos plantios florestais no Brasil baseado no ano de 2013 foi de aproximadamente 7,60 milhões de hectares, sendo que entre as espécies cultivadas, estão principalmente às pertencentes aos gêneros *Eucalyptus* (72,0% do total) e *Pinus* (20,7% do total) (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2014). O setor florestal brasileiro é constituído pelas indústrias de papel e celulose, carvão vegetal, madeira serrada, chapas, aglomerados, resinas e óleos essenciais, e, os plantios têm se concentrado, em solos com baixa reserva de nutrientes, acidez elevada e altos teores de alumínio (SILVEIRA; GAVA, 2004).

O Estado do Paraná se destaca no panorama Brasileiro, atualmente, ocupa o terceiro lugar no *ranking* nacional, ficando atrás apenas dos estados de Minas Gerais e São Paulo (ABRAF, 2013). Entre as espécies cultivadas no estado, estão principalmente às pertencentes aos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, e a produção destina-se especialmente para suprir o mercado de papel e celulose, madeira serrada e painéis de madeira (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2014).

Segundo o mapa de clima do Paraná elaborado pelo Instituto de Terras, Cartografia e Geociências – ITCG (2008) a maior parte do estado de acordo com a classificação climática de Köppen é classificado como Cfb. O qual é descrito como clima temperado, com verão ameno, chuvas uniformemente distribuídas, sem estação seca e a temperatura média do mês mais quente não chega a 22°C, com precipitação de 1.100 a 2.000 mm. Ocorrem geadas severas e freqüentes, em um período médio de 10 a 25 dias anualmente (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 2005).

O clone híbrido de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus globulus* Labill., popularmente conhecido como *Eucalyptus uroglobulus*, foi combinado com o intuito de associar o rendimento de celulose produzido pelo *E. urophylla* e maior tolerância ao frio e a seca do *E. globulus*.

O *E. urophylla* é uma das espécies de *Eucalyptus* mais plantadas no Brasil, possui grande plasticidade de adaptação e utilização. É uma espécie tolerante ao fungo causador do cancro do eucalipto (*Cryphonectria cubensis*),

de boa produtividade podendo ser utilizado em fabricação de papel e celulose, chapas duras, serraria e produção de carvão (SCANAVACA JUNIOR, 2001).

*E. globulus* apresenta alta densidade da madeira, baixo teor de lignina, tolerância ao frio e à seca, em regiões subtropicais à temperadas (RESENDE *et al.*, 2000). Além de recomendado para celulose (FAO, 1981), também é apontado como uma das principais espécies de *Eucalyptus* para produção de óleos essenciais no Brasil (VITTI; BRITO, 2003). Apresenta cineol em sua composição, óleo essencial com aplicação em produtos farmacêuticos (inalantes, estimulantes de secreção nasal, produtos de higiene bucal ou, simplesmente, com função de dar sabor e aromas aos medicamentos) (VITTI; BRITO, 2003).

De acordo com Fávaro *et al.* (2010) é de se esperar que plantas adequadamente nutridas devam apresentar um bom desempenho na produção de óleo essencial, sendo de grande significado o entendimento da participação dos nutrientes nesse processo. Sendo assim, Maffeis e Brito (1998, *apud* VITTI e BRITO, 2003)<sup>1</sup> ao estudarem a influência do estado nutricional nas características quali e quantitativas de produção de óleo essencial da espécie *Corymbia citriodora* Hill & Johnson (*Eucalyptus citriodora* Hook), constataram que a maior disponibilidade de nutrientes não afetou o rendimento em óleo essencial, no entanto, influenciaram na produção de folhas e na qualidade do óleo devido à redução no teor de citronelal, principalmente na omissão de boro e enxofre.

Segundo estudo realizado por Santos *et al.* (2010) o rendimento de óleo essencial em folhas frescas de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh aumenta com as doses de fósforo aplicadas na fertilização de base. Fávaro *et al.* (2010) concluíram que boro e magnésio influenciam na produção de clorofila e óleos essenciais em mudas de *C.citriodora*.

Diante do contexto acima, o presente trabalho objetivou avaliar o crescimento inicial e o rendimento de óleo essencial do híbrido *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus globulus* Labill., sob diferentes regimes de fertilização.

---

<sup>1</sup> MAFFEIS, A. R.; BRITO, J. O. **Influência do estado nutricional na produção da planta e na qualidade do óleo essencial de *Eucalyptus citriodora***. Piracicaba: ESALQ/USP, Departamento de Ciências Florestais, 1998. 23p. (Relatório final de pesquisa apresentado à FAPESP).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Estação Experimental Canguiri, conhecida como Fazenda Canguiri. A estação pertence à Universidade Federal do Paraná, localizado no município de Pinhais (região Metropolitana de Curitiba), situada entre as coordenadas  $25^{\circ}23'12.3''\text{S}$   $49^{\circ}07'33.2''\text{W}$ . O município de Pinhas localiza-se no primeiro planalto paranaense à 895 metros de altitude em relação ao nível do mar (Figura 1.1).

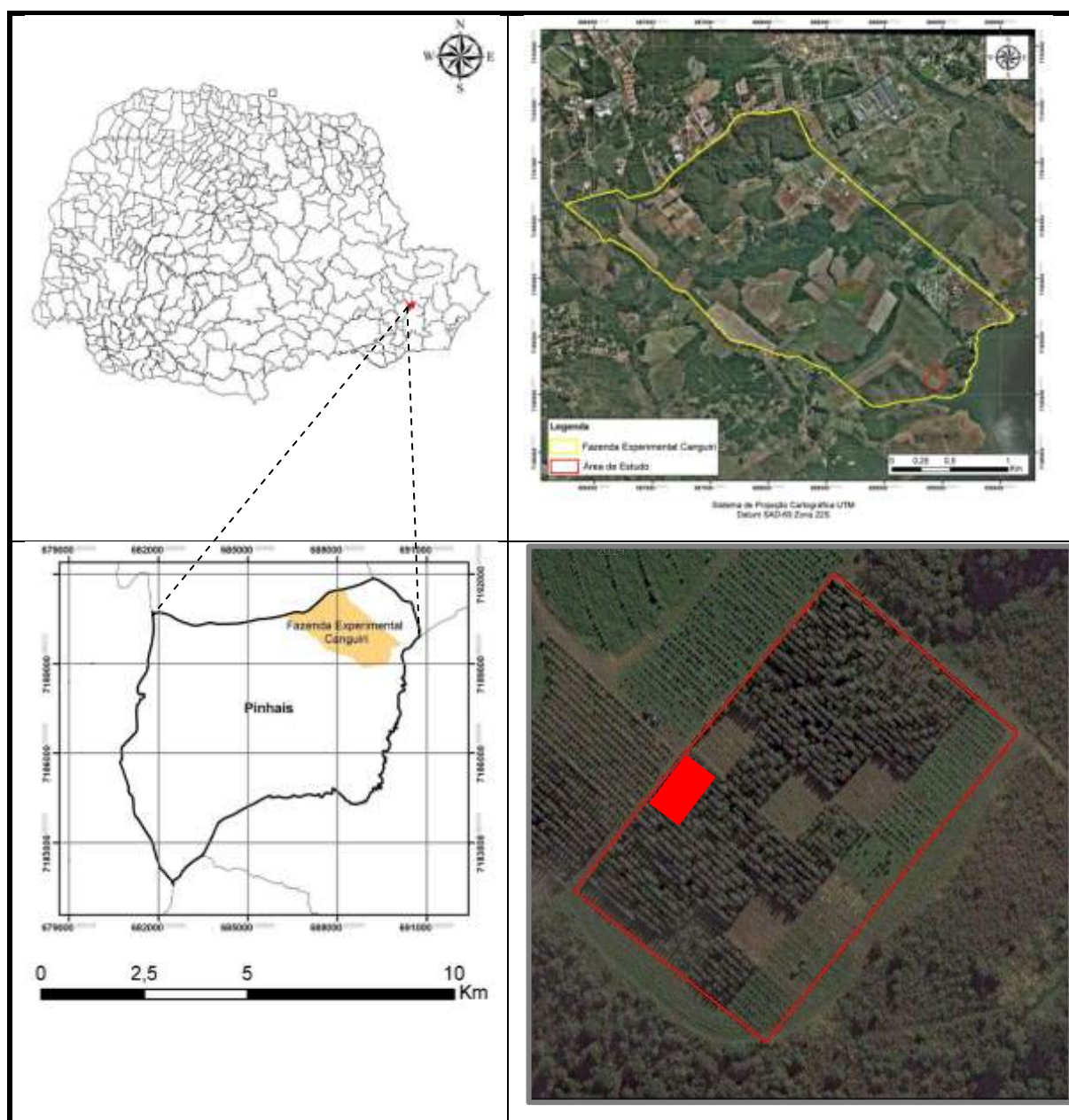


FIGURA 1.1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO  
 FONTE: GOOGLE EARTH (2014), adaptado pelo AUTOR (2015)

De acordo com o Carpanezzi *et al.* (1986) o clima da região é Cfb (Classificação Climática de Köppen), mesotérmico com verões frescos e sem estação de seca definida com amplitude de geada por ano de 1 a 40 geadas. As médias de precipitação e temperatura ao longo do estudo estão apresentadas nos Anexos 1 e 2.

O experimento foi realizado com o híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus* clone 37423, o plantio (Figura 1.3-A) ocorreu em dezembro de 2012. Para a implantação, o preparo do solo teve início primeiramente com a descompactação biológica, ou seja, plantio de nabo-forrageiro (*Raphanus* sp.) (Figura 1.2-A), de acordo com recomendação de Salton *et al.* (1998). Após o estabelecimento do nabo forrageiro, foram realizadas as atividades de roçada em área total (Figura 1.2-B), gradagem seguida de subsolagem a 40 cm nas linhas de plantio.

Além destas atividades de preparo, o plantio se deu com auxílio de perfurador de solo (Toyama) cuja profundidade da cova ficou em torno de 30 cm. Tais medidas foram aplicadas com o intuito de promover descompactação do solo, antes do presente estudo, a área fora utilizada como pátio de treinamento de tratoristas. O solo da área de estudo é Cambissolo Háplico distrófico típico, o resultado da análise do solo está apresentado na tabela 1.1. De acordo com Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (1999) o caráter distrófico refere-se à baixa saturação por bases (valores inferiores a 50%).

TABELA 1.1 ANÁLISE DE SOLO NA ÁREA DE ESTUDO

Amostra (cm)	pH		Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K	SB	T	P	S	C	V	m	Ca/ Mg	Argila
	CaCl <sub>2</sub>	SMP	cmol/dm3							mg/dm <sup>3</sup>		g/dm <sup>3</sup>	%	%		g/Kg
0-10	5,1	5,6	0	6,7	6,3	3,5	0,11	9,91	16,61	2,4	-	19,2	60	0	1,8	450
10-20	5	5,5	0	7,2	5,8	3,3	0,1	9,2	16,4	2,7	-	21,2	56	0	1,8	375
20-40	5	5,6	0	6,7	5,5	3,2	0,08	8,78	15,48	2,4	-	14,3	57	0	1,7	475
40-60	4,8	5,2	0,2	9	3,9	2,5	0,07	6,47	15,47	1,7	-	12,4	42	3	1,6	450

FONTE: Dados coletados pelos alunos do Curso de Agronomia/Disciplina Química Agrícola da UFPR, sob orientação do prof<sup>o</sup>. Dr. Luiz A. C. Lucchesi (não publicado).

A correção do solo se deu com aplicação de  $2 \text{ ton.ha}^{-1}$  de calcário dolomítico seguindo a recomendação de Bellote e Neves (2001). Os autores recomendam  $2 \text{ ton.ha}^{-1}$  de calcário para não comprometer a microfauna e não tornar a prática onerosa. Quanto ao fosfato, foram aplicados  $200 \text{ kg.ha}^{-1}$  conforme metodologia aplicada na empresa Klabin e descrita por Stahl (2012)<sup>2</sup>.



FIGURA 1.2 – ASPECTO PARCIAL DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO ESTUDO. (A) FERTILIZAÇÃO VERDE; (B) ROÇADA MECANIZADA  
FONTE: ANGELO (2012)

---

<sup>2</sup> STHAL, James (2012). (Engenheiro Florestal, pesquisador, Indústria Klabin). **Informação pessoal.**





FIGURA 1.3 – IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO. (A) PLANTIO REALIZADO EM DEZEMBRO DE 2012. (B) ASPECTO DA PLANTA QUE SOFREU COROAMENTO AOS 120 DIAS; (C, D) ASPECTO PARCIAL DA ÁREA APÓS IMPLANTAÇÃO COROAMENTO E ROÇADA TRATORIZADA  
FONTE: ANGELO (2012, 2013)

As mudas foram cedidas pela empresa CMPC - Celulose Rio Grandense e o espaçamento utilizado foi 3 x 2 m. Os tratos culturais empregados foram: controle de plantas infestantes – roçada mecanizada nas entre linhas, roçada semimecanizadas na linha, coroamento (Figura 1.3-B, C) e fertilização. Instalou-se uma parcela com 80 plantas (8 x 10 plantas), sendo 48 plantas úteis em cada parcela distribuídas em três tratamentos, os quais estão

descritos a seguir. Todas as atividades, desde recebimento das mudas, alocação de parcelas, implantação e manutenção tiveram participação efetiva de professores e acadêmicos de graduação e pós-graduação.

O experimento foi constituído de três tratamentos: FC – fertilização na formulação convencional, FLL – fertilização de liberação lenta e T – testemunha, sem fertilização. As formulações e quantidades estão relacionadas na Tabela 2.1

TABELA 1.2 – DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS

Tratamento	Descrição	Formulação	Quantidade (g)
FC	Fertilização de base	6-30-6 + 5%Ca + 1%Mg	200
	Fertilização de cobertura	15-5-30 + 0,2%B + 0,2%Zn + 1,3%Ca	200
	Fertilização de manutenção	6-30-6 + 5%Ca + 1%Mg	200
FLL	Liberação lenta	11-21-19 + 6%S + 0,5%B + 0,5%Zn	248
T	Testemunha		

\* NPK (%N total, %P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %K<sub>2</sub>O)

FONTE: O AUTOR (2015)

A aplicação dos fertilizantes ocorreu manualmente em duas covetas laterais (10 cm de profundidade, cerca de 15 cm distantes da base da muda). Toda atividade de fertilização foi manual, para a aplicação do fertilizante foram utilizados recipientes plásticos com a capacidade conhecida, pá chilena (para abertura das covetas laterais) e baldes plásticos para o transporte do fertilizante. Cabe ressaltar que o tratamento FC - fertilização convencional foi aplicado em duas etapas: fertilização de base (30 dias após o plantio) e cobertura (60 dias após o plantio). A fertilização de liberação lenta foi aplicada apenas em uma etapa aos 30 dias após o plantio.

O fertilizante convencional foi escolhido conforme a recomendação de Silveira e Gava (2004). A formulação de base deste tratamento é aquela considerada como a mais comumente utilizada nos plantios de eucalipto no Brasil, ou seja, a formulação NPK 06-30-06. Este tratamento recebeu ainda

como complemento a fertilização de cobertura NPK 15-05-30 conforme foi descrito na tabela 1.2.

O tratamento de fertilização lenta empregado é correlato ao tratamento convencional, e busca suprir as demandas nutricionais da planta com uma única aplicação. Sua formulação seguiu o padrão recomendado por um fabricante que consiste em NPK 11-21-19. A dosagem foi obtida através da equivalência por meio do uso de *software* do próprio fabricante, tomando por base a formulação de referência do parágrafo anterior.

Aos 15 meses de idade foi realizada nova fertilização – fertilização de manutenção (fevereiro-março/2014). Nesta etapa foram aplicados 200 gramas/planta de adubo convencional na formulação 6-30-6 e 248 gramas/planta para o fertilizante de liberação lenta.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições de quatro plantas cada tratamento, totalizando 16 plantas por tratamento. O teste de fertilização foi aplicado seguindo critérios de aleatorização (Figura 1.4).

B	B	B	B	B	B	B	B	<b>Legenda:</b>  B – plantas de bordadura;  FC – plantas com tratamento de fertilização convencional;  FLL – plantas com fertilização de liberação lenta;  T – testemunha, sem fertilização.
B	T	T	FC	FC	FLL	FLL	B	
B	T	T	FC	FC	FLL	FLL	B	
B	FLL	FLL	T	T	FC	FC	B	
B	FLL	FLL	T	T	FC	FC	B	
B	T	T	FC	FC	FLL	FLL	B	
B	T	T	FC	FC	FLL	FLL	B	
B	FC	FC	FLL	FLL	T	T	B	
B	FC	FC	FLL	FLL	T	T	B	
B	B	B	B	B	B	B	B	

FIGURA 1.4 – DISTRIBUIÇÃO DOS TRATAMENTOS DE FERTILIZAÇÃO NA ÁREA DE ESTUDO  
FONTE: O AUTOR (2015)

Para avaliação do crescimento foram consideradas as medições das variáveis: altura total (h) e diâmetro de colo (DC), nas avaliações aos 3 e 12 meses de idade, com auxílio de paquímetro analógico e trena respectivamente. Aos 24 meses as variáveis mensuradas foram: Diâmetro altura do peito (DAP) e altura total, por meio de suta e clinômetro haglöf, respectivamente.

A avaliação para verificar o rendimento de óleo essencial foi realizada aos 24 meses de idade. Para análise foram utilizadas amostras de 100 gramas de massa verde (FIGURA 1.5-A) - apenas folhas picadas, por tratamento de fertilização. As folhas foram coletadas com auxílio de um podão e armazenadas em sacos de papel onde permaneciam em temperatura ambiente até o momento da extração. As amostras foram enviadas ao Laboratório de Extração de Óleos (Usina Piloto) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR - Curitiba) que fez análise pelo método de arraste com vapor d'água pelo método Clevenger (FIGURA 1.5-B, C) utilizando 500 mL de água por um período de 4 horas de extração a 96° C.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de *Tukey* em nível de 5% de probabilidade por meio dos softwares *Statgraphics Centurion XVI* e *Assistat 7.7 Beta*.

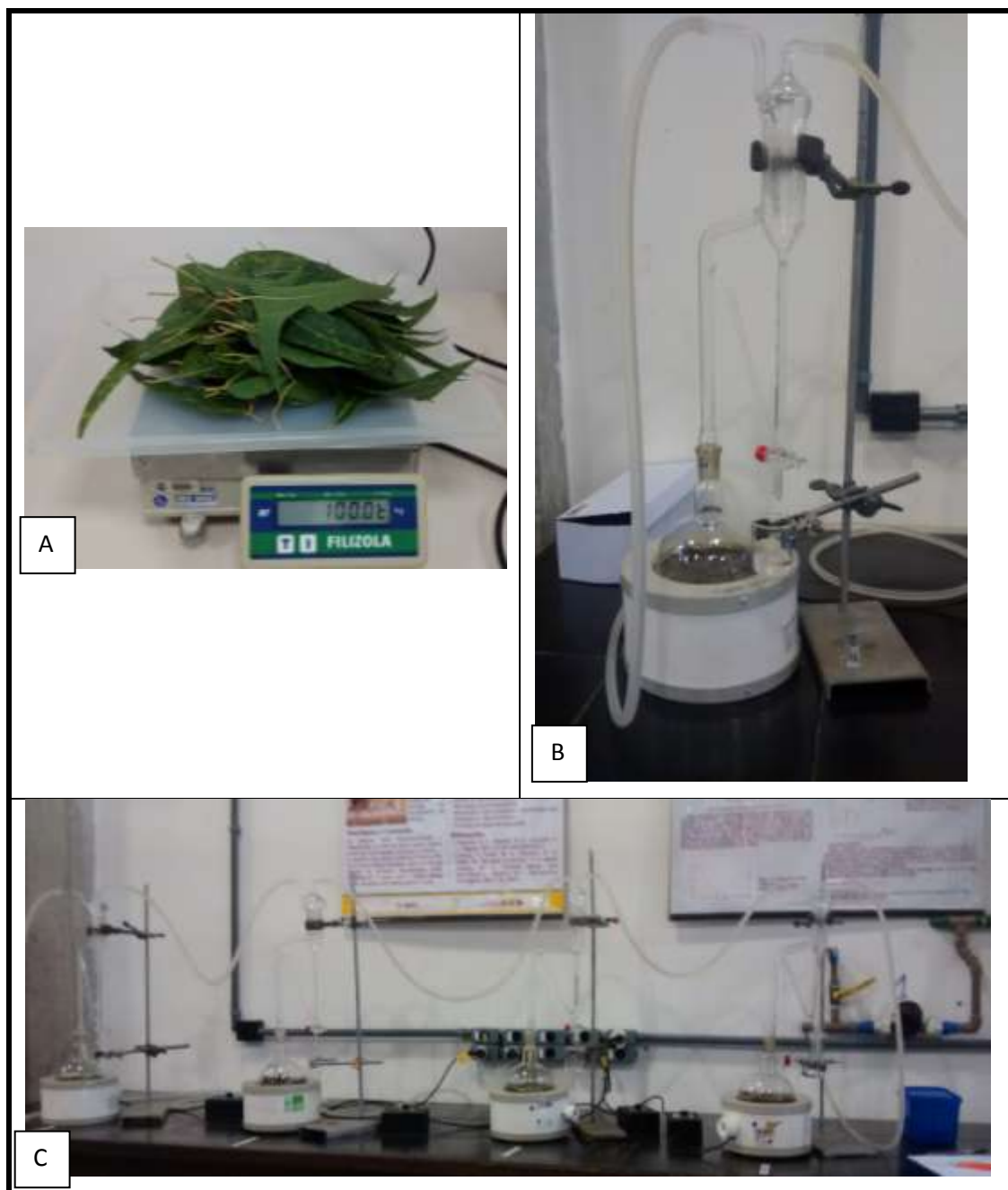


FIGURA 1.5 – (A) AMOSTRA DE 100 GRAMAS DE FOLHAS FRESCAS. (B) EXTRATOR CLEVANGER. (C) CONJUNTO DE EXTRATORES CLEVANGER PARA ANÁLISE DE RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL DO HÍBRIDO *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus globulus* Labill.  
FONTE: O AUTOR (2015)

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS

Aos três meses de idade o pegamento das plantas foi de 100%. A avaliação de mortalidade constatou inicialmente um indivíduo morto no tratamento FC - fertilização convencional - que morreu logo após a implantação. Apesar disso na primeira avaliação de crescimento (aos 3 meses) o indivíduo havia rebrotado.

Aos 12 meses de idade, após geada severa que ocorreu no inverno de 2013, dois indivíduos do tratamento testemunha sofreram seca da parte aérea e rebrotaram e este evento se repetiu com um indivíduo do tratamento fertilização convencional. Já aos 24 meses de idade, a sobrevivência das plantas foi de 100%.

Os resultados revelaram o efeito positivo da fertilização, tanto pela fertilização convencional como liberação lenta, conforme apresentado na Tabela 1.3 e na Figura 1.6.

TABELA 1.3 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS ALTURA TOTAL (H) E DIÂMETRO DE PLANTAS DO HÍBRIDO *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus globulus* Labill. SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO

Tratamento	Diâmetro ----- mm -----			Altura ----- cm -----		
	3 meses DC	12 meses DC	24 meses DAP	3 meses	12 meses	24 meses
FC	21,78 a	70,43 a	97,56 a	136,12 a	390,62 a	960,62 a
FLL	18,69 a	50,31 b	86,62 a	113,75 a	316,68 a	911,87 a
T	9,25 b	26,29 c	43,12 b	65,93 b	150,29 b	633,75 b

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de *Tukey* ao nível de 5% de probabilidade. DC = diâmetro do colo / DAP = diâmetro altura do peito.

FONTE: O AUTOR (2015)

A resposta do gênero *Eucalyptus* em relação à fertilização é amplamente reconhecida na literatura. A fertilização em plantios de *Eucalyptus*

no Brasil é entendida como um dos principais pontos para a obtenção de ganho em produtividade, como ressaltam Silveira e Gava (2004) e Paiva *et al.* (2011). A grande maioria dos plantios florestais, ocupa solos intemperizados e lixiviados, portanto, com baixa disponibilidade de nutrientes para as árvores e, assim não suprimindo a demanda das plantas (RAIJ *et al.*, 1997; STAHL *et al.*, 2012).

Os efeitos da fertilização mineral na produção de mudas de *E. grandis* foram mostrados por Simões *et al.* (1971) e é recomendado por Paiva *et al.* (2011) para se ter êxito na produção.

Na primeira avaliação, aos três meses de idade, as plantas mostraram resposta positiva para a fertilização. As médias dos tratamentos FC e FLL para ambas as variáveis – diâmetro e altura – não apresentaram diferença entre si e foram diferentes estatisticamente da média do tratamento testemunha.

O presente resultado corrobora com a literatura, onde o fósforo promove rápida formação e crescimento das raízes, atua na fotossíntese e outras funções de crescimento (DECHEN; NACHTIGALL, 2007) e sua exigência diminui com a idade da planta, em razão disso, o nível crítico de P no solo é mais alto na fase inicial do desenvolvimento, conforme cita Novais *et al.* (1982) *apud* Silveira e Gava (2004). Andrade *et al.* (2003) também comprovou o efeito da aplicação de fósforo no crescimento inicial de *E. dunnii*.

Outro aspecto relevante como resultado desta primeira avaliação, foi que a fertilização de liberação lenta mostrou resposta aos três meses de idade. Ensaio de fertilização em viveiro, utilizando fertilizante de liberação lenta mostraram efeito positivo na produção de mudas de diferentes espécies (PEZZUTTI; SCNUMACHER; HOPPE, 1999; MORAES Neto *et al.*, 2003; ROSSA *et al.*, 2013). No entanto, há poucos relatos de sua eficiência em crescimentos de mudas no campo. Tal resultado corrobora com Lang *et al.* (2010) que conduziu experimento em campo avaliando o efeito de fertilizante de liberação lenta para mudas de *Anadenanthera colubrina* e *Tabebuia avellanedae* e constatou efeito positivo.

A segunda avaliação, medição aos doze meses também revelou efeito positivo da fertilização. No entanto, para variável diâmetro as médias entre os três tratamentos diferiram entre si estatisticamente. O tratamento fertilização convencional foi superior, seguido dos tratamentos fertilização de liberação

lenta e testemunha que também diferem entre si. Uma interpretação para este fato reside na entrada de nutrientes por meio da fertilização de cobertura do tratamento FC que estão prontamente disponíveis. O fertilizante de liberação lenta também prevê o suprimento de nitrogênio, no entanto, sua disponibilização tende a ser mais lenta.

O nitrogênio atua especialmente na síntese da clorofila e está diretamente envolvido no processo de fotossíntese (NOVAIS *et al.*, 2007), ou seja participa do crescimento da planta e no caso do presente estudo seu efeito pode ter se destacado na segunda avaliação na variável diâmetro.

Cabe lembrar que, o tratamento FC (fertilização convencional) foi aplicado em duas etapas (base – 30 dias após o plantio, e, cobertura – 60 dias após o plantio). Em geral, a fertilização de cobertura é realizada até 60 dias após o plantio e aplica-se uma dose mais elevada de nitrogênio e potássio, sendo recomendada por Paiva *et al.*, 2011 uma formulação de NPK de 20-00-20 ou 10-00-20.

Para a variável altura, a avaliação aos doze meses, não revelou diferença entre os tratamentos FC e FLL, mas estes foram superiores e foram diferentes do tratamento T. Novamente, o resultado indica o efeito positivo da fertilização.

Aos 24 meses de idade (Figura 1.6 - A, B), terceira avaliação, as médias dos tratamentos FC e FLL, tanto diâmetro (Figura 1.8 - A, B, C, D) quanto altura, não foram diferentes entre si e foram diferentes do tratamento testemunha. Mais uma vez, o efeito da fertilização foi comprovado, não apenas a fertilização convencional que é comumente utilizada e recomendada para plantios de *Eucalyptus*, mas também a fertilização de liberação lenta. O resultado obtido neste estudo com as plantas testemunhas corrobora com Pezzutti; Schumacher e Hoppe (1999) que verificaram o menor crescimento de mudas de *Eucalyptus globulus* submetidas à ausência de fertilizante para a formação de mudas.



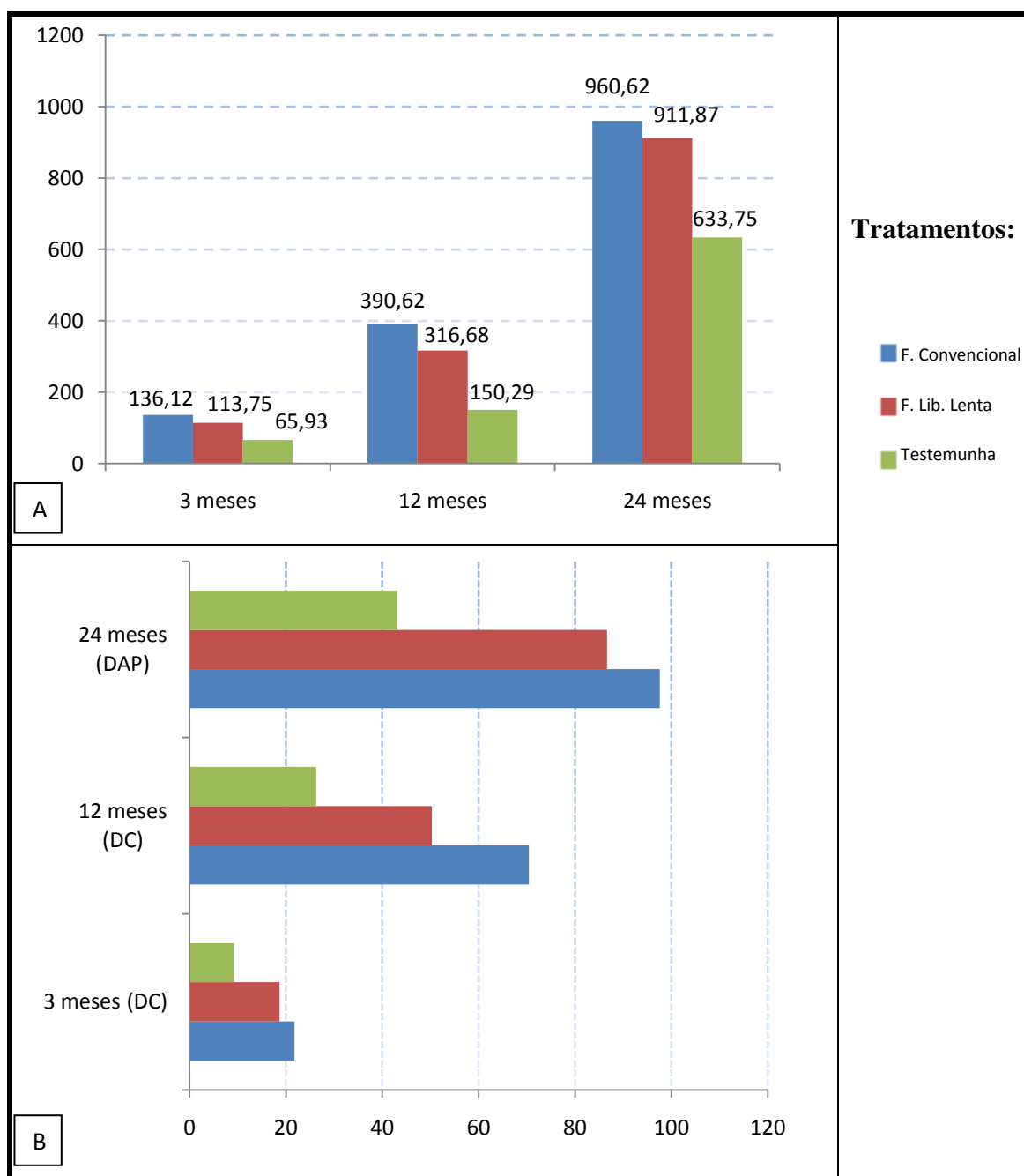


FIGURA 1.6 – (A) CRESCIMENTO EM ALTURA (cm). (B) CRESCIMENTO EM DIÂMETRO (mm) DO HÍBRIDO *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus* SOB DIFERENTES REGIMES DE FERTILIZAÇÃO  
 FONTE: O AUTOR (2015)

Os resultados do estudo (Figura 1.6) apontaram o efeito positivo do uso de fertilizante de liberação controlada a campo em cultivo do híbrido *E. urophylla* x *E. globulus* e o desenvolvimento em altura ao longo do tempo é apresentado na Figura 1.7. De acordo com Bellote, Ferreira e Silva (2008) as respostas à fertilização podem ser observadas através do aumento na

produção. No caso deste trabalho, isso ocorreu por incremento em altura e diâmetro (Figura 1.8). No setor florestal brasileiro, a fertilização de liberação lenta em *Eucalyptus* é aplicada amplamente na produção de mudas. De acordo com Rossa (2013) existem no país, poucas iniciativas de utilização de FLL a campo.

O uso de fertilizantes de liberação controlada diminui as perdas de nutrientes e aumenta a eficiência de uso (TACHIBANA, 2007) além de reduzir a frequência de aplicação (TRENKEL, 2010) resultando em uma economia pela aplicação única durante o ano e menor dispêndio com mão-de-obra (GUERTAL, 2009; ROSSA, 2013). Por outro lado, os fertilizantes de liberação lenta tendem ter custo superior comparado as fontes de fertilizantes tradicionais (SCIVITTARO; OLIVEIRA; RADMANN, 2004). No entanto, em algumas regiões tem-se percebido escassez de mão-de-obra no meio rural e conseqüente aumento de custo, logo isso pode incentivar o uso por fertilizante de liberação lenta. Considerando então, a resposta positiva da espécie estudada frente à aplicação de FLL em plantio, é recomendável uma análise econômica para verificar sua real viabilidade.

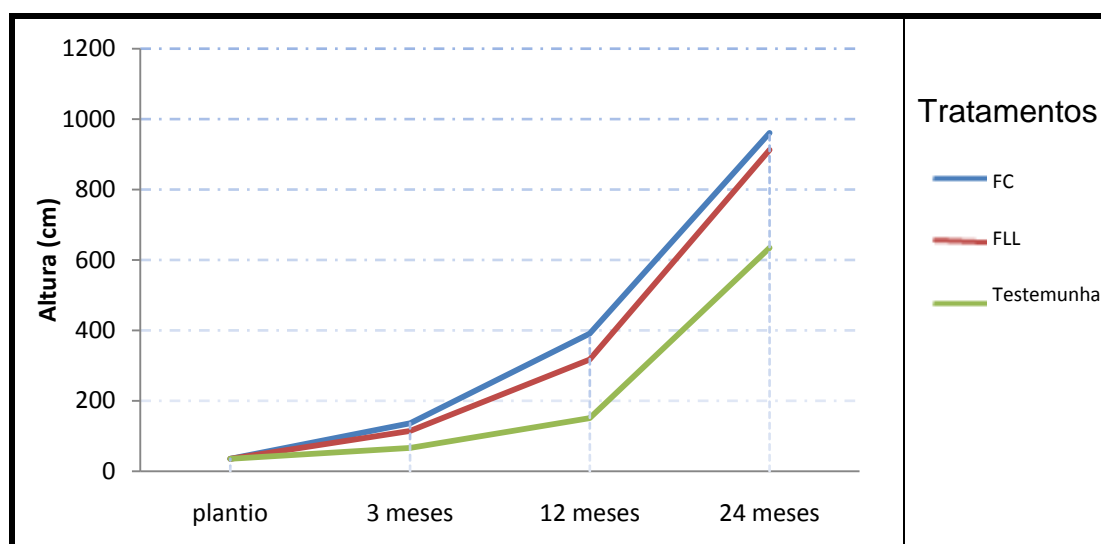


FIGURA 1.7 – DESENVOLVIMENTO EM ALTURA AO LONGO DE 24 MESES DO HÍBRIDO *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus* SOB DIFERENTES REGIMES DE FERTILIZAÇÃO.  
FONTE: O AUTOR (2015)

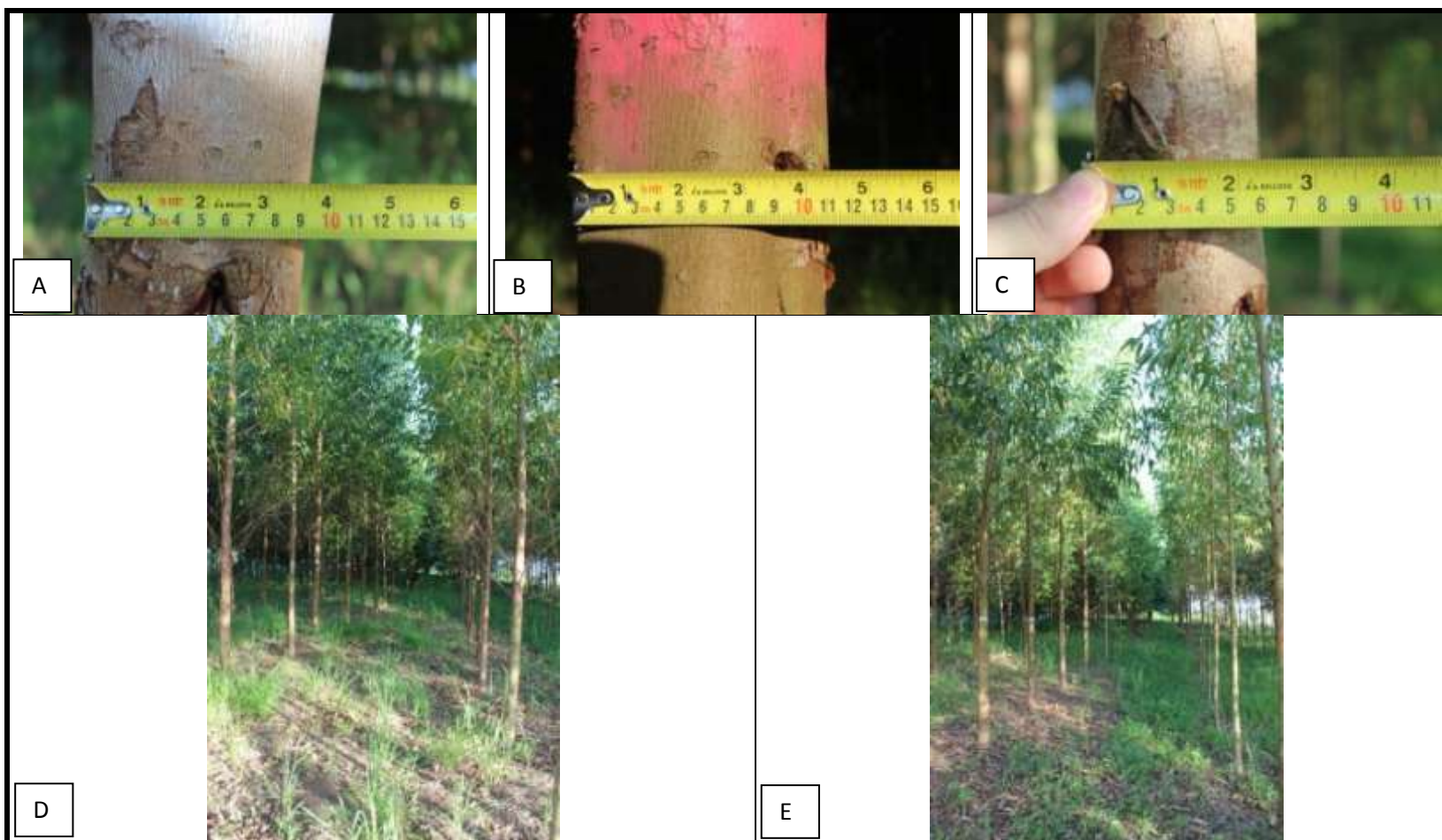


FIGURA 1.8 – ASPECTO PARCIAL DO HÍBRIDO *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus* AOS 24 MESES DE IDADE. (A) DIÂMETRO TRATAMENTO FERTILIZANTE CONVENCIONAL; (B) DIÂMETRO TRATAMENTO FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA; (C) DIÂMETRO DE PLANTA TESTEMUNHA. (D, E) ASPECTO PARCIAL DA PARCELA.  
FONTE: ANGELO (2015)

### 3.2 RENDIMENTO EM ÓLEO ESSENCIAL

O rendimento em óleo essencial é considerado uma das mais importantes características a serem avaliadas nos plantios destinados à produção comercial. Ele expressa a quantidade de óleo produzido a partir de uma determinada quantia de folhas (VITTI; BRITO, 1999).

As médias de rendimento de óleo essencial estão apresentadas na Tabela 1.4.

TABELA 1.4 - RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL DO HÍBRIDO DE *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus globulus* Labill. SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO

Tratamento	Rendimento Óleo essencial ----- mL.100g <sup>-1</sup> -----
FC	0,60 a
FLL	0,73 a
T	1,04 a
CV (%)	33,07

\* As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

FONTE: O AUTOR (2015)

A análise de variância revelou que não houve diferença estatística entre os tratamentos. Tal resultado corrobora com Silva *et al.*, 2012 que estudando o efeito de fertilizante mineral e aplicação de lodo de esgoto na produção de óleo essencial em plantios de *Corymbia citriodora* Hill & Johnson verificaram que a produção de óleo do 1º ao 3º ano do ciclo de cultivo, não diferiu entre os tratamentos.

Resultado semelhante foi observado por Carvalho *et al.*, 2005 que avaliaram o efeito da fertilização convencional e orgânica no rendimento de óleo essencial de capim santo (*Cymbopogon citratus*) e também em um estudo envolvendo *Melissa officinalis* realizado por Sodre *et al.*, 2013.

Nos trabalhos realizados por Silva *et al.*, 2012; Carvalho *et al.*, 2005 e Sodre *et al.*, 2013 sobre o efeito da fertilização orgânica e mineral no rendimento de óleo essencial, os autores não verificaram influência da

fertilização no rendimento do óleo essencial, no entanto, houve maior produção de biomassa das plantas submetidas a fertilização. Os autores concluíram maior produção de óleo em função do volume de biomassa. O mesmo ocorre no presente estudo, estatisticamente a fertilização não influenciou no rendimento de óleo, porém as plantas adubadas tiveram crescimento superior, como foi ilustrado na Figura 1.6.

Analisando os resultados de rendimento, pode-se constatar que apesar de não apresentar diferença estatística o maior rendimento foi do tratamento T (testemunha), com  $1,04 \text{ mL} \cdot 100^{-1} \text{ g}$  de média de rendimento de óleo essencial. Seguindo das médias dos tratamentos FLL (fertilizante de liberação lenta) e FC (fertilização convencional), respectivamente. Tal fato pode estar relacionado com um efeito de diluição, maior incremento e menores teores de óleo. Isso também foi verificado por Brant *et al.* (2008) em plantas de *Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britton.

O óleo essencial é um metabólico secundário, ou seja, substância produzida pelas plantas que não possuem ação direta com o crescimento, mas que servem como defesa contra herbivoria, competição, ação protetora em relação a fatores abióticos, entre outras funções (ANGELO; DALMOLIN, 2007). A presença dessas substâncias pode variar conforme a idade nas diferentes fases da vida (ANGELO; DALMOLIN, 2007). Desenvolvido pela expansão foliar, o metabólico secundário pode ser menor em plantas com expansão foliar rápida (RHOADES; CATES, 1976 *apud* ANGELO; DALMOLIN, 2007), sazonalidade, disponibilidade de nutrientes (GOBBO-Neto; LOPES, 2007), entre outros. O resultado apresentado neste estudo discorda de Gobbo-Neto e Lopes (2007), onde os autores afirmam que na agricultura, os nutrientes afetam não somente o metabolismo primário, mas também influenciam a produção de diferentes metabólitos secundários. Porém, cabe um refinamento do estudo para verificar a influencia dos fertilizantes utilizados neste trabalho sobre o composição/teor do óleo em questão.

Quanto ao rendimento de óleo obtido neste estudo, os valores médios encontrados se aproximam dos valores utilizados por espécies comercialmente utilizadas como fonte de óleo essencial. De acordo Vitti e Brito (2003) o rendimento de *E. globulus* em óleo essencial de suas folhas varia de 1,4 a 5,6% com teor de 1,8-cineol entre 33 e 80%. Já os plantios destinados à

extração de óleo essencial de *C. citriodora*, em termos médios, no Brasil, apresentam rendimentos variando de 1,2 a 1,4 % (VITTI; BRITO, 1999).

#### 4 CONCLUSÕES

- a) Híbrido *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus globulus* Labill responde positivamente a fertilização convencional e a fertilização de liberação lenta.
- b) O estudo aponta a presença de óleo essencial em híbrido *E. urophylla* x *E. globulus*.
- c) O rendimento do óleo essencial não foi influenciado pela fertilização.

## REFERÊNCIAS

ABRAF. **Anuário estatístico ABRAF 2013 - ano base 2012**. Brasília, 2013. 148 p. Disponível em: <[www.abraflor.org.br/estatisticas.asp](http://www.abraflor.org.br/estatisticas.asp)>. Acesso em: 6 maio 2014.

ANDRADE, G de C; SILVA, H. D. da; BELLOTE, A. F. J.; FERREIRA, C. A.. Efeitos da fertilização fosfatada e da aplicação de resíduo de celulose no crescimento de *Eucalyptus dunnii*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, Pr, n. 47, p.43-54, 2003.

ANGELO, A. C.; DALMOLIN, A. Interações herbívoro-planta e suas implicações para o controle biológico: que tipos de inimigos naturais procurar. In: PEDROSA-MACEDO, J. H.; DALMOLIN, A.; SMITH, C. W. (Org.). **O araçazeiro: Ecologia e controle biológico**. Curitiba: FUPEF, 2007. p. 72-91.

BELLOTE, A.F. J.; FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. Nutrição, fertilização e calagem para *Eucalyptus*. In: FERREIRA, C. A.; SILVA, H.D. (Org.). **Formação de povoamentos florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. p. 55-65.

BELLOTE, A. F. J.; NEVES, E. J. M.. **Calagem e fertilização em espécies florestais plantadas na propriedade rural**. Colombo, PR: Embrapa, Florestas, 2001. 6 p. (Circular Técnica 54).

BRANT, R S.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; ALBUQUERQUE, C. J. B. Produção de biomassa e teor do óleo essencial de cidrão em função da fertilização orgânica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 8, n. 1, p.111-118, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v28n1/a21v28n1.pdf>>. Acesso em: 02/1/2015.

CARPANEZZI, A. A.; FERREIRA, C. A. ROTTA, E. NAMIKAWA, I. S.; STURION, J. A.; PEREIRA, J. C. D.; ALVES, S. T. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná**. Brasília: Embrapa-DDT, 1986. p. 89.

CARVALHO, C. M.; COSTA, C. P. M.; SOUSA, J. S.; SILVA, R. H. D.; OLIVEIRA, C. L.; PAIXÃO, F. J. R. Rendimento da produção de óleo essencial de capim-santo submetido a diferentes tipos de fertilização. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 5, n. 2, 2005.

COSTA, L.C.B.; ROSAL, L.F.; PINTO, J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V. Efeito da fertilização química e orgânica na produção de biomassa e óleo essencial em capim-limão [*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.]. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 10, n. 1, p.16-20, 2008. Disponível em: <[http://www.sbpmed.org.br/download/issn\\_08\\_1/artigo3\\_v10\\_n1\\_p16a20.pdf](http://www.sbpmed.org.br/download/issn_08_1/artigo3_v10_n1_p16a20.pdf)>. Acesso em: 02/01/2015.



SILVA, P. H. M.; POGGIANI, F.; FERRAZ, A. V.; SIXEK, R. M. M.; BRITO, J. O. Balanço nutricional, produção de óleo essencial e madeira de *Corymbia citriodora* Hill & Johnson com aplicação de lodo de esgoto e fertilizante mineral. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 821-831, 2012.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição das plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 91-132.

FAO. **El eucalipto em La repoblación forestal**. Roma: Organizacion de Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentacion, 1981. p. 723.

FÁVARO, Érica Alexandrino *et al.* Boro e Magnésio na produção de óleo essencial de *Corymbia citriodora* e teor de clorofila. **Floresta**. Curitiba, v. 41, n. 1, p. 39-46, jan./mar. 2011.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, São Paulo, v. 2, n. 30, p.374-381, 2007.

GUERTAL, E. A. Slow-release Nitrogen Fertilizers in Vegetable Production: A Review. **Horttechnology**, Alexandria, n. 19, p.16-19, 2009. Disponível em: <<http://horttech.ashspublications.org/content/19/1/16.full.pdf+html?sid=1efa2797-2e05-49b1-a96d-f9a11e39516a>>. Acesso em: 03/1/2015.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, IBÁ (2014). Disponível em <[http://www.bracelpa.org.br/shared/iba\\_2014\\_pt.pdf](http://www.bracelpa.org.br/shared/iba_2014_pt.pdf)>. Acesso em 20 de outubro de 2014.

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS – ITCG (2008). Clima do Paraná. Disponível em <[http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos\\_DGEO/Mapas\\_ITCG/PDF/Mapa\\_Climas\\_A3.pdf](http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos_DGEO/Mapas_ITCG/PDF/Mapa_Climas_A3.pdf)>. Acesso em 21 de outubro de 2014.

LANG, A.; MALAVASI, U. C.; DECKER, V.; PÉREZ, P. V.; ALEIXO, M. A.; MALAVASI, M. M. Aplicação de fertilizante de liberação lenta no estabelecimento de mudas de ipê-roxo e angico-branco em área de domínio ciliar. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 2, p.271-276, 2011.

MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; ARTHUR JR., J. C., DUCATTI, F.; AGUIRRE JUNIOR., J. H. Fertilização de mudas de espécies arbóreas nativas e exóticas. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, p.129-137, 2003.

NOVAIS, R.F.; RÊGO, A.K.; GOMES, J.M. Níveis críticos de fósforo para eucalipto. **Revista Árvore**, v.6, n.1, p.29-37, 1982.  
NOVAIS, Roberto Ferreira; SMYTH, T. Jot; NUNES, Flancer Novais. Fósforo. In: NOVAIS, Roberto Ferreira *et al.* **Fertilidade do solo**. Viçosa, Mg: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap. 8. p. 471-550.

PAIVA, H. N.; JACOVINE, L. A. G.; TRINDADE, C.; RIBEIRO, G. T. **Cultivo do Eucalipto: Implantação e Manejo**. 2. ed. Viçosa - Minas Gerais: Aprenda Fácil Editora, 2011. p.354.

PEZZUTTI, R. V.; SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M. Crescimento de mudas de *Eucalyptus globulus* em resposta à fertilização NPK. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p.117-125, 1999. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v9n2/art10v9n2.pdf>>. Acesso em: 08/11/2014.

RAIJ, B. V. **Avaliação da fertilidade do solo**. 2. ed. Piracicaba: Editora Franciscana (Laframe), Instituto da Potassa & Fosfato (EUA), Instituto Internacional da Potassa (SUICA), 1983.

RESENDE, M. D. V.; REZENDE, G. D. S. P.; AGUIAR, A. M.; BARBOSA, M. H. P. SELEÇÃO RECORRENTE E O MELHORAMENTO GENÉTICO DO EUCALIPTO NO BRASIL. In: **IV Simpósio de atualização em genética e melhoramento de plantas**, 2000.

RHOADES; D. F.; CATES, R. G. Towards a general theory of plant antiherbivore chemistry. **Recent advances in phytochemistry** 10, 168-213, 1976.

ROSSA, U. B.; ANGELO, A. C.; NOGUEIRA, A. C.; BOGNOLA, I. A.; POMIANOSKI, D. J. W.; SOARES, P. R. C.; BARROS, L. T. S. Fertilização de liberação lenta no crescimento de mudas de paricá em viveiro. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 75, p.227-234, 2013. Disponível em: <<http://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/429/321>>. Acesso em: 7/12/2014.

ROSSA, U. B. **Produtividade e compostos foliares de erva-mate sob efeitos de luminosidade e fertilização**. 207 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <[http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf\\_dr/2013/t331\\_0382-D.pdf](http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_dr/2013/t331_0382-D.pdf)>. Acesso em: 16/7/2014.

SALTON, J. C. Sistema Plantio Direto. **O produtor pergunta, a Embrapa responde** / Organizado por Júlio César Salton; Luis Carlos Hernani; Clarice Zanoni Fontes. – Brasília : Embrapa-SPI ; Dourados: Embrapa-CPAO, 1998. 248p.; (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

SANTOS, Ricardo Carvalho *et al.* Influência da fertilização NPK no rendimento do óleo essencial de *Eucalyptus camaldulensis* **Orbital, the electronic journal of Chemistry**. Campo Grande, v. 2, n.4, out./dez.2010.

SCANAVACA JUNIOR, L. **Caracterização silvicultural, botânica e tecnológica do Eucalyptusurophylla S. T. Blake e de seu potencial para utilização em serraria**. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SCIVITTARO, W. B.; OLIVEIRA, R. P.; RADMANN, E. B. Doses de fertilizante de liberação lenta na formação do porta-enxerto 'Trifoliata'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 520-523, 2004.

SIMÕES, J. W.; SPELTZ, R. M.; SPELTZ, G. E.; MELLO, H. A. Fertilização mineral na formação de mudas de eucalipto. **IPEF**, Piracicaba, n. 2/3, p.35-49, 1971.

SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. – Rio de Janeiro: EMBRAPA SPI, 1999. xxvi, 412p. : il. –

SODRÉ, A. C. B.; HABER, L. L.; LUZ, J. M. Q.; MARQUES, M. O. M.; RODRIGUES, C. R. Fertilização orgânica e mineral em melissa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p.147-152, 2013. Disponível em: <[http://www.horticulturabrasileira.com.br/images/stories/31\\_1/201331122.pdf](http://www.horticulturabrasileira.com.br/images/stories/31_1/201331122.pdf)>. Acesso em: 01/1/2015.

STHAL, James (2012) (Engenheiro Florestal, pesquisador, Indústria Klabin). **Informação pessoal**.

STAHL, J.; LAZZAROTTI, G.; NAMIKAMA, I. S.; CHAVES, D. M.; MOREIRA, A. M.; MENDES, C. J., PUCCI, J. A. Silvicultura de *Eucalyptus benthamii* na Klabin S/A. In: SILVA, L. D.; HIGA, A. R.; SANTOS, G. A. S. **Silvicultura e melhoramento genético de *Eucalyptus benthamii***. Curitiba: FUPEF, 2012. p. 105-121.

TACHIBANA, M. Chissoasahi Fertilizer Co., Ltd: Personal report. 2007. In Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Efficiency in Agriculture. Second edition, IFA, Paris, France, 2010.

TRENKEL, M. E. **Slow- and Controlled-release and Stabilized Fertilizers**: An option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture. Paris, France: International Fertilizer Industry Association (IFA), 2010. Disponível em: <[http://www.fertilizer.org/imis20/images/Library\\_Downloads/2010\\_Trenkel\\_slow\\_release\\_book.pdf?WebsiteKey=411e9724-4bda-422f-abfc-8152ed74f306&=404;http://www.fertilizer.org:80/en/images/Library\\_Downloads/2010\\_Trenkel\\_slow+release+book.pdf](http://www.fertilizer.org/imis20/images/Library_Downloads/2010_Trenkel_slow_release_book.pdf?WebsiteKey=411e9724-4bda-422f-abfc-8152ed74f306&=404;http://www.fertilizer.org:80/en/images/Library_Downloads/2010_Trenkel_slow+release+book.pdf)>. Acesso em: 03/1/2015.

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O. Avaliação do rendimento e do teor de citronelal do óleo essencial de procedências e raças locais de *Eucalyptus citriodora*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 56, p.145-154, 1999.

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O. Óleo Essencial de Eucalipto. Piracicaba: ESALQ, 2003. Documentos florestais, Nº 17, Agosto de 2003 ISSN 0103-4715. Disponível em < <http://www.ipef.br/publicacoes/docflorestais/df17.pdf>>. Acesso em 12/8/2013.

## **CAPÍTULO II - DESENVOLVIMENTO INICIAL A CAMPO DE *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage (SEMENTE E CLONE) EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO**

### **RESUMO**

O uso de técnicas de propagação vegetativa (produção de clones) aliado a fertilização mineral são tecnologias inerentes a silvicultura com intuito de aumentar a produção florestal. Embora, o gênero *Eucalyptus* seja amplamente cultivado no país, poucas são as espécies adaptadas as condições climáticas severas da região sul. *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage é a espécie que vem ganhando destaque nos planaltos do Sul, especialmente pela resistência a geada. Com o objetivo de analisar o desenvolvimento inicial desta espécie, com mudas produzidas com origem seminal e propagação vegetativa, submetidas a diferentes adubações, foi implantado um estudo na Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná, município de Pinhais-PR. O experimento foi conduzido por dois anos (dezembro/2012 a dezembro/2014) constituído de um delineamento fatorial. Para isso, foram implantadas duas parcelas: Parcela 1 – plantas oriundas de sementes e Parcela 2 – plantas clonais. Cada parcela continha 80 plantas, considerando a bordadura, sendo 48 plantas úteis. Nessas, foram distribuídos o teste de fertilização com 4 repetições de 4 plantas: Tratamento FC – Fertilizante convencional, tratamento FLL – fertilizante de liberação lenta e tratamento T – testemunha, sem fertilização. O plantio manual com coveamento semimecanizado ocorreu em dezembro de 2012. Adução verde, subsolagem, gradagem e correção do solo compõem as atividades de preparo do solo. Os fertilizantes foram aplicados em covetas laterais, aos 30, 60 e 450 dias após o plantio, para fertilização convencional, constituindo de fertilização de arranque (200 gramas de NPK 6-30-6 + Ca + Mg), cobertura (200 gramas de NPK 15-5-30 + B + Zn + Ca) e manutenção (200 gramas de NPK 6-30-6 + Ca + Mg). O fertilizante de liberação lenta foi aplicado aos 30 e 450 dias após o plantio - fertilização de arranque e manutenção, sob mesma quantidade e formulação (248 gramas de NPK 11-21-19 + S + B + Zn). As mensurações de altura e diâmetro ocorreram aos três, doze e vinte e quatro meses após o plantio. Os resultados apontaram efeito positivo da fertilização para clones considerando as diferentes adubações. Outro resultado que merece ser destacado, é o fato que plantas seminais não adubadas são significativamente superiores a plantas clonais não adubadas (50% superior).

*Palavras-chave:* *Eucalyptus benthamii*; fertilizante de liberação lenta; clone.

## CHAPTER II – INITIAL FIELD DEVELOPING OF *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage (SEED AND CLONE) IN DEFFERENT FERTILIZING CONDITIONS

### ABSTRACT

The use of vegetative reproduction techniques (clone production) along with mineral fertilizing is a technology inherent to silviculture intending to enhance forest production. Even though the *Eucalyptus* genre is widely cultivated throughout the country, few are the species adapted to South region's severe climate conditions. *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage is the species that has been standing out in southern plateaus, especially for its resistance to hoar frost. Aiming to analyze the initial development of such species, with seedlings originated from seminal and vegetative reproduction, submitted to different fertilizing, a study has been implanted at the Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná, county of Pinhais-PR. The experiment has been carried out for two years (December/2012 to December/2014) consisting of factorial design. For that, two new shares have been implanted: Share 1 – plants stemming from seeds and Share 2 – clonal plants. Each share contained 80 plants, taking bordering into account, being 48 useful plants. Among these, the fertilizing tests have been distributed with 4 repetitions of 4 plants. Treatment 1 – Standard fertilizer, treatment 2 – slow-release fertilizer and treatment 3 – witness, no fertilizing. The manual planting with semi-mechanical hole punching took place in December 2012. Green adduction, sub soiling, mould board ploughing, and soil correction make up the soil preparation activities. The fertilizers have been applied in side gaps, at 30, 60 and 450 days after planting, to standard fertilizing, made up of startup fertilizing (200 grams of NPK 6-30-6 + Ca + Mg), cover (200 grams of NPK 15-5-30 + B + Zn + Ca) and maintenance 200 grams of NPK 6-30-6 + Ca + Mg). The slow-release fertilizer was applied 30 and 450 days post planting – startup and maintenance fertilizing, under same quantity and formulation (248 grams of NPK 11-21-19 + S + B + Zn). The height and diameter measuring happened at three, twelve and twenty-four months after planting. The results have shown positive effect to fertilization for clones considering the different fertilizing methods. Another result which deserves its due attention is the fact that seminal, non-fertilized plants are significantly superior to the cloned, non-fertilized ones (50%superior).

**Keywords:** *Eucalyptus benthamii*; slow-release fertilizer; clone.

## 1 INTRODUÇÃO

Crescimento rápido, plasticidade e aplicação da madeira em diversos segmentos da indústria fizeram do *Eucalyptus* um gênero amplamente cultivado no Brasil, respondendo a 70% dos plantios florestais no país, de acordo com o levantamento da ABRAF (2012).

O sul do Brasil é tradicionalmente produtor florestal, no entanto, devido a restrição climática – baixas temperaturas, o gênero mais cultivado é *Pinus*, principalmente nos estados do Paraná e Santa Catarina. De acordo com ABRAF (2012), dos plantios existentes no estado do Paraná, cerca de 70% pertencem ao gênero *Pinus*. A geada é o fator climático que limita o desenvolvimento de algumas espécies florestais na região sul do Brasil (SILVA; HIGA, 2012) que pode causar danos, interferindo na qualidade e produtividade dos plantios (STAHL *et al.*, 2012).

Apesar de o gênero *Eucalyptus* apresentar centenas de espécies, poucas são comercialmente cultivadas e um número mais reduzido resistente a geadas, como as que ocorrem no sul. As espécies de *Eucalyptus* indicadas por Paludzyszyn Filho, Santos e Ferreira (2006) para o clima temperado do sul são: *E. dunnii*, *E. benthamii*, *E. saligna*, e *E. camaldulensis*.

Os plantios com espécies adaptadas a condições de clima subtropical têm ganhado destaque (STAHL *et al.*, 2012), o *Eucalyptus benthamii* é indicado para plantios, nos planaltos do sul do país, pois apresenta excelente resistência à geadas, quando plantadas em época correta, além de bom crescimento, retidão do fuste e inserção de nós favoráveis (SILVA; HIGA; GARCIA, 2012).

No Brasil, ao longo dos últimos 50 anos, como consequência dos trabalhos de melhoramento genético e uso de avançadas técnicas silviculturais, a capacidade de produção de biomassa cresceu de forma bastante expressiva (PALUDZYSZYN FILHO; SANTOS; FERREIRA, 2006). O uso de técnicas de propagação vegetativa permitiu a aceleração da seleção nos povoamentos, avançando os programas de melhoramento permitindo, assim, o desenvolvimento de materiais genéticos de eucalipto melhorado (clones) (MARCOLINO, 2010). Diante do crescente interesse pelo uso de clones nos projetos florestais, tanto por grandes empresas quanto por pequenos

produtores, tem-se percebido consideráveis avanços tecnológicos de seleção, clonagem, implantação e condução dos plantios (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013). A utilização de materiais genéticos superiores de Eucalipto, possibilita maiores produtividades e uniformidade de crescimento, bem como melhor forma e qualidades tecnológicas da madeira, aproveitamento de combinações genéticas, além de uma série de outras características desejáveis (MARCOLINO, 2010; XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013).

*E. benthamii*, além de ter aptidão para plantios no sul do Brasil, é também uma espécie de alto potencial na produção de híbridos (ASSIS; SANTOS, 2012). Após o cumprimento das fases que levam à implantação da floresta clonal comercial, deve-se avaliar ao longo do tempo, o crescimento dessas florestas nos diferentes ambientes, a adaptação e estabilidade desses clones, quando plantados em áreas extensas e, muita vezes, em ambientes diferentes do local original de seleção (SANTOS *et al.*, 2012).

Para o *E. benthamii*, que é uma espécie da qual se tem ainda pouca experiência de plantio em todo o mundo, mesmo por meio de sementes, deve-se acompanhar, após o estabelecimento dessas florestas, aperfeiçoando o processo de seleção e recomendação de clones dessa espécie (SANTOS *et al.*, 2012).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento inicial a campo de plantas de *E. benthamii* de origem seminal e clonal sob diferentes condições de fertilização mineral.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná (25°23'12.3"S 49°07'33.2"W), município de Pinhais-PR, a altitude média do 895 metros acima do nível do mar (Figura 2.1).

A vegetação original deste região se caracteriza pela unidade fitogeográfica Floresta Ombrófila Mista, com predomínio da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (RODERJAN *et al.*, 2002). Além da formação natural de campos (MAACK, 1981), com presença de capões formados pela Floresta Ombrófila Mista (RODERJAN *et al.*, 2002).

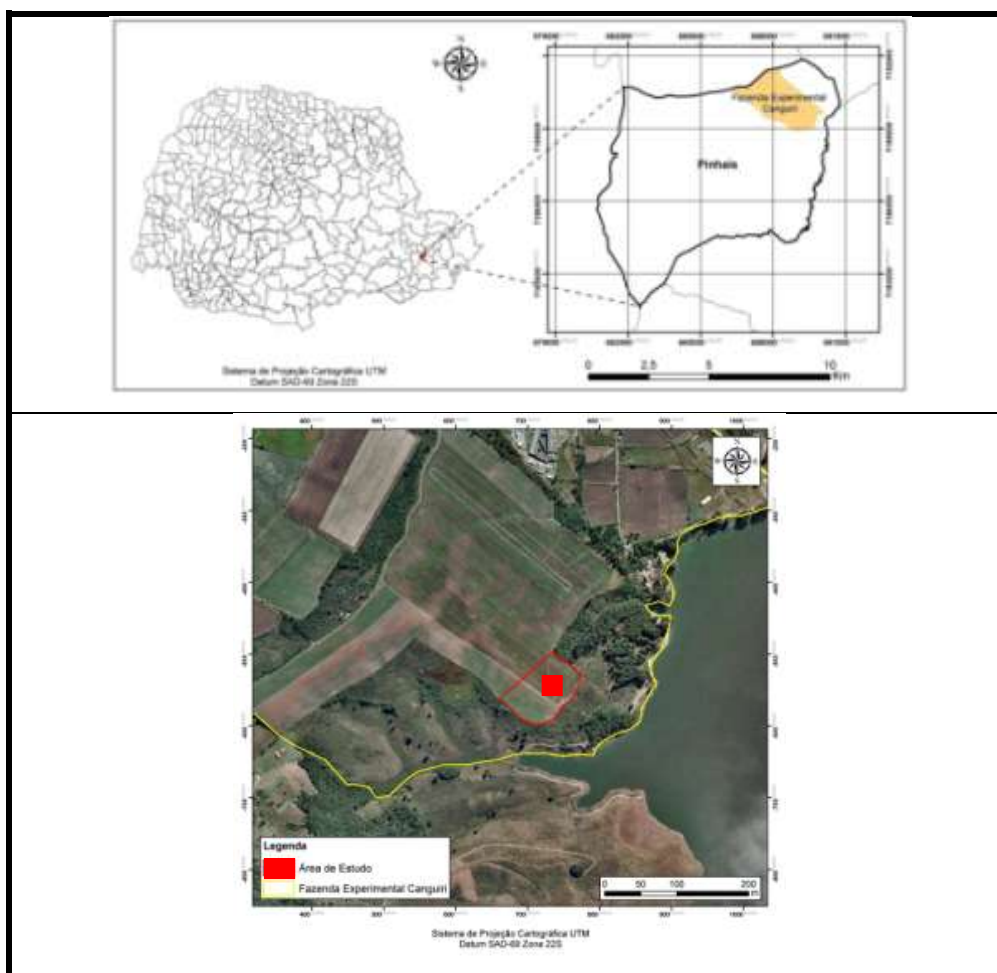


FIGURA 2.1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO  
FONTE: GOOGLE EARTH (2014), adaptado pelo AUTOR (2015)



De acordo com o mapa de clima do Estado do Paraná elaborado pelo Instituto de Terras, Cartografia e Geociências – ITCG (2008) clima é do tipo Cfb, mesotérmico brando média anual entre 10° e 15°C sem estação seca. A precipitação média anual é de 1400 a 1600 mm. O estudo foi conduzido por dois anos, entre o período de dezembro de 2012 a dezembro de 2014, as médias meteorológicas durante este período são apresentadas nos Anexos 1 e 2..

As mudas utilizadas no experimento foram cedidas pela empresa CMPC Celulose Rio Grandense, e foram produzidas no município de Guaíba, RS. As mudas chegaram na região do plantio e passaram por um período de dois meses de aclimação e rustificação.

O solo da área do experimento é Cambissolo Háplico distrófico típico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (1999) o caráter distrófico indica baixa saturação por bases ( $V < 50\%$ ). A análise de solo da área de estudo está apresentada na tabela 2.1.

TABELA 2.1 ANÁLISE DE SOLO DA ÁREA DE ESTUDO

Amostra (cm)	pH		Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K	SB	T	P	S	C	V	m	Ca/ Mg	Argila
	CaCl <sub>2</sub>	SMP	cmol/dm <sup>3</sup>							mg/dm <sup>3</sup>		g/dm <sup>3</sup>	%	%		g/Kg
0-10	5,1	5,6	0	6,7	6,3	3,5	0,11	9,91	16,61	2,4	-	19,2	60	0	1,8	450
10-20	5	5,5	0	7,2	5,8	3,3	0,1	9,2	16,4	2,7	-	21,2	56	0	1,8	375
20-40	5	5,6	0	6,7	5,5	3,2	0,08	8,78	15,48	2,4	-	14,3	57	0	1,7	475
40-60	4,8	5,2	0,2	9	3,9	2,5	0,07	6,47	15,47	1,7	-	12,4	42	3	1,6	450

FONTE: Dados coletados pelos alunos do Curso de Agronomia/Disciplina Química Agrícola da UFPR, sob orientação do profº. Dr. Luiz A. C. Lucchesi (não publicado).

O plantio foi realizado em dezembro de 2012, porém o preparo do solo teve início meses antes com a atividade de descompactação biológica. Primeiramente, foi realizado plantio de nabo forrageiro (*Raphanus* sp. L.) com intuito de auxiliar na descompactação do solo (SALTON *et al.*, 1998). Na sequência ocorreram as atividades de roçada mecanizada do nabo forrageiro

em área total, subsolagem a 40 centímetros de profundidade, gradagem e posterior correção do solo.

O solo da área experimental foi corrigido com aplicação calcário dolomítico ( $2 \text{ ton.ha}^{-1}$ ) conforme recomendação de Bellote e Neves (2001) e fosfato ( $200 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) recomendado por Stahl (2012)<sup>3</sup>.

A Estação Experimental, conhecida como Fazenda Canguiri, situa-se na proximidade do Reservatório do Iraí, e por consequência, dentro dos limites da Unidade de Conservação de uso sustentável – Área de Proteção Ambiental do Iraí. A APA Estadual do Iraí tem por objetivo a proteção e a conservação da qualidade ambiental e dos sistemas naturais ali existentes, em especial a qualidade e quantidade da água para fins de abastecimento público (PARANÁ, 1996). Por se tratar de uma Unidade de conservação existe a restrição de atividades, tal como o uso de agrotóxicos e outros biocidas em desacordo com as normas ou recomendações instituídas no Plano de Manejo (PARANÁ, 1996).

Diante destas restrições, os tratos culturais de implantação e manutenção do plantio foram mecânicos – coroamento e roçadas semimecanizadas e mecanizadas para o controle de plantas infestantes. Foram realizadas roçadas nas entrelinhas, coroamento das mudas e limpeza das linhas, conforme recomendado por Paiva *et al.* (2011).

Outro aspecto de suma importância, especialmente em plantios de *Eucalyptus*, é o controle de formigas cortadeiras. Este também ocorreu com método mecânico, ou seja, destruição dos ninhos de acordo com a definição de Lima *et al.* (2001) - o controle mecânico inclui todas as práticas de destruição direta dos insetos, como também aquelas que visam impedir, através de barreiras, que eles tenham acesso à planta. Cabe ressaltar que, é um plantio pequeno e predomina formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex*, cujos formigueiros são menores e a escavação torna-se viável conforme Boletim Técnico (1996). Desta forma, foi realizado controle pré-plantio e monitoramento.

---

<sup>3</sup> STHAL, James (2012). (Engenheiro Florestal, pesquisador, Indústria Klabin). **Informação pessoal.**

O plantio (Figura 2.2-A) foi manual com o preparo da cova semimecanizado por meio de um perfurador de solo da marca Toyama (haste helicoidal). O espaçamento empregado foi 3 x 2 metros. Devido ao período de estiagem que ocorreu nos dias subseqüentes ao plantio e para garantir o pegamento das mudas, optou-se por realizar uma irrigação manual com auxílio de regadores e apoio de um reservatório de água (Figura 2.2-B). De acordo com Paiva *et al.* (2011) o plantio irrigado de eucaliptos é uma técnica de comprovada eficiência, onde propicia altas taxas de sobrevivência das mudas.

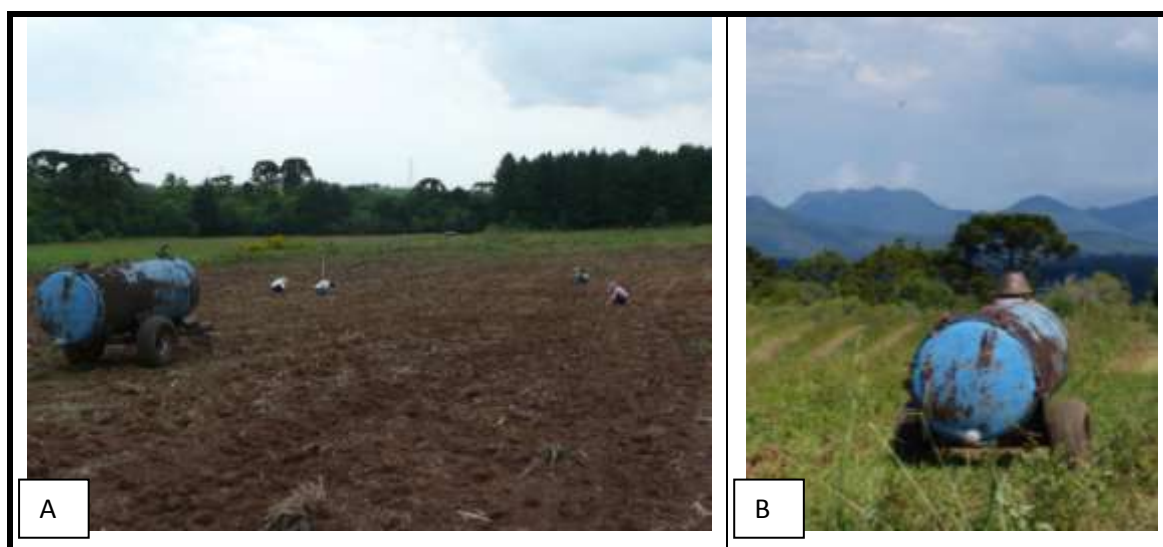


FIGURA 2.2 – (A) PLANTIO; (B) RESERVATÓRIO DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO  
FONTE: ANGELO (2012)

O delineamento experimental aplicado foi Fatorial onde avaliaram-se mudas de *E. benthamii* provenientes de duas diferentes propagações - mudas oriundas de sementes e mudas clonais, submetidas a três tratamentos de fertilização. As parcelas foram constituídas por 80 plantas, sendo 48 plantas úteis de cada material genético. Os tratamentos de fertilização foram: Fertilizante Convencional (FC), Fertilizante de Liberação Lenta (FLL) e testemunha (T). As quantidades e épocas de aplicações estão descritas na Tabela 2.2.

TABELA 2.2 - DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS

Tratamento	Descrição	Formulação	Quantidade (gramas)	Época de aplicação (dias após plantio)
FC	Fertilização de arranque	6-30-6+5%Ca+1%Mg	200	30
	Fertilização de cobertura	15-5-30+0,2%B+0,2%Zn+1,3%Ca	200	60
	Fertilização de manutenção	6-30-6+5%Ca+1%M	200	450
FLL	Liberação lenta (implantação)	11-21-19+6%S+0,5%B+0,5%Zn	248	30
	Liberação lenta (manutenção)	11-21-19+6%S+0,5%B+0,5%Zn	248	450
T	Testemunha			

\* NPK (%N total, %P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %K<sub>2</sub>O)

FONTE: O AUTOR (2015)

A fertilização convencional, em geral, é aplicada em duas etapas iniciais: fertilização de arranque e cobertura. A fertilização de arranque objetiva o fornecimento de fósforo, enquanto que a de cobertura fornece principalmente potássio e nitrogênio. Além de ocorrer à fertilização de manutenção realizada entre 8 a 12 meses de plantio (STAHL *et al.*, 2012). No presente estudo, a fertilização convencional de arranque ocorreu 30 dias após o plantio, cobertura 60 dias após o plantio e manutenção 15 meses após o plantio. Já a fertilização de liberação lenta ocorreu 30 dias após o plantio e, nova aplicação, 15 meses após o plantio.

Neste trabalho, todos os fertilizantes foram aplicados em duas covetas laterais com auxílio de uma pá chilena (para abertura das covetas) distante a 10 centímetros das plantas, conforme recomendado por Stahl *et. al.* (2012). A aplicação dos fertilizantes foi manual com auxílio de dosadores plásticos com volume conhecido e calibrado em balança digital.

A escolha do fertilizante convencional se deu com base na recomendação de Silveira e Gava (2004) e o fertilizante de liberação lenta foi uma consequência dessa escolha. A formulação e dosagem do fertilizante de liberação lenta utilizada seguiram a recomendação do fabricante que buscou equivaler os valores comparados ao fertilizante convencional utilizado no estudo por meio de um *software* (ferramenta para equivalência de fertilizante

utilizada pelo fabricante). As formulações e dosagens foram descritas na Tabela 2.2.

Para avaliação do desenvolvimento das mudas foram analisadas as variáveis - altura total (H) e diâmetro do colo (DC) aos três e doze meses de idade, com auxílio de trena e paquímetro, respectivamente. Aos vinte e quatro meses de idade foram obtidos os valores de altura total e diâmetro altura do peito (DAP) com auxílio de clinômetro e suta, respectivamente. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de *Tukey* a nível de 5% de probabilidade por meio dos softwares *Statgraphics Centurion XVI* e *Assistat 7.7 Beta*.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi constatada sobrevivência de 100% aos três meses idade para os dois materiais genéticos nos três tratamentos de fertilização (TABELA 2.3). Resultado semelhante foi observado por Lopes (2005) que avaliou o efeito do tamanho dos tubetes em mudas de *Eucalyptus* e verificou sobrevivência de 100% aos 60 dias em *E. camaldulensis* produzidos em tubetes de 50 cm<sup>3</sup>.

TABELA 2.3 - SOBREVIVÊNCIA DE *E. benthamii* (SEMENTE E CLONE) SUBMETIDOS A DIFERENTES ADUBAÇÕES EM 3, 12 E 24 MESES APÓS O PLANTIO

Material	Sobrevivência (%)								
	3 meses			12 meses			24 meses		
	FC	FLL	T	FC	FLL	T	FC	FLL	T
Semente	100	100	100	93,75	100	93,75	87,5	100	93,75
Clone	100	100	100	100	100	93,75	93,75	100	87,5

FONTE: O AUTOR (2015)

As mudas de *E. benthamii* oriundas de semente apresentaram mortalidade aos 12 meses de idade para os tratamentos FC e Testemunha. O clone, com essa idade, apresentou mortalidade apenas para os indivíduos testemunha. Aos 24 meses, nas plantas seminais os tratamentos FLL e Testemunha mantiveram-se com o mesmo índice de sobrevivência (100% e 93,75%) enquanto que tratamento FC registrou menor índice de sobrevivência. Para as mudas clonais, a menor sobrevivência foi observada nas plantas testemunhas.

Os resultados de crescimento estão apresentados nas Tabelas 2.4, 2.5 e 2.6.

TABELA 2.4 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS ALTURA TOTAL (H) E DIÂMETRO DE PLANTAS DE *Eucalyptus benthamii*, ORIUNDAS DE PROPAGAÇÃO SEXUADA E VEGETATIVA, SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO

Trat.	3 meses					
	Altura ----- cm -----			Diâmetro (colo) -----mm-----		
	FC	FLL	Test.	FC	FLL	Test.
Semente	76,18 aA	64,66 aA	61,31 aA	9,56 aA	8,26 aA	5,68 aA
Clone	72,12 aA	58,87 aAB	39,12 bB	8,73 aA	7,63 aAB	3,83 bB

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, minúscula coluna e maiúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.  
FONTE: O AUTOR (2015)

TABELA 2.5 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS ALTURA TOTAL (H) E DIÂMETRO DE PLANTAS DE *Eucalyptus benthamii*, ORIUNDAS DE PROPAGAÇÃO SEXUADA E VEGETATIVA, SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO

Trat.	12 meses					
	Altura ----- cm -----			Diâmetro (colo) -----mm-----		
	FC	FLL	Test.	FC	FLL	Test.
Semente	291,12 aA	240,93 aA	201,97 aA	52,52 aA	44,18 aA	30,89 aA
Clone	286,37 aA	227,12 aA	103,68 bB	44,06 aA	33,68 aA	11,89 bB

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, minúscula coluna e maiúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.  
FONTE: O AUTOR (2015)

TABELA 2.6 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS ALTURA TOTAL (H) E DIÂMETRO DE PLANTAS DE *Eucalyptus benthamii*, ORIUNDAS DE PROPAGAÇÃO SEXUADA E VEGETATIVA, SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO

Trat.	24 meses					
	Altura ----- cm -----			DAP -----mm-----		
	FC	FLL	Test.	FC	FLL	Test.
Semente	855,83 aA	778,75 aA	661,04 Aa	72,45 aA	64,68 aA	51,93 aA
Clone	921,45 aA	781,87 aA	316,35 bB	79,79 aA	58,50 aB	14,12 bC

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, minúscula coluna e maiúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.  
FONTE: O AUTOR (2015)

Aos três meses de idade, foi possível verificar o efeito da fertilização apenas para plantas clonais. O teste de média revelou que não há diferença estatística para as variáveis (altura e diâmetro) das plantas oriundas de sementes, esse resultado diverge da literatura, onde a fertilização em *Eucalyptus* tem sido objeto de estudo de diferentes autores (SILVEIRA, GAVA, 2004, PEÑALOZA, 2005) e seu efeito foi comprovado.

Por outro lado, para as plantas clonais o teste revelou que há diferença em ambas variáveis (diâmetro e altura) onde os tratamentos com fertilização convencional (FC) não se difere do tratamento fertilização de liberação lenta (FLL), mas é estatisticamente diferente da testemunha. Aos três meses o tratamento FLL não apresentou diferença estatística quando comparado com a testemunha (Tabela 2.4). Neste caso, o resultado corrobora com a literatura e o efeito inicial, geralmente refere-se ao fornecimento de fósforo. Stahl *et al.*, 2012 avaliando o efeito do fósforo aos 6 meses de idade em plantas de *E. benthamii* observaram uma altura 33,5% superior em plantas adubadas.

Embora as mudas seminais não tenham respondido a fertilização, na ausência desta quando confrontada com as mudas clonais as médias das variáveis são superiores e apresentam diferença estatística entre as testemunhas. Ou seja, comparando mudas seminais e clonais, quando não houve fertilização as mudas seminais são superiores. O resultado revela que diferentes materiais genéticos podem apresentar exigências nutricionais distintas. Pinto *et al.* (2011) estudou a eficiência nutricional em seis clones de *Eucalyptus* e os resultados obtidos indicaram a possibilidade de seleção de genótipos de eucalipto para condições distintas de fertilidade do solo.

Aos doze meses de idade a ANOVA revelou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) apenas para o fator “fertilização” considerando a variável altura. Para a variável diâmetro do colo, a análise de variância apontou diferença ( $P > 0,05$ ) para os fatores “espécie” e “fertilização”.

Nesta avaliação as mudas seminais não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos de fertilização. Novamente, esse resultado não está de acordo com a literatura, visto que o efeito da fertilização em plantios de *Eucalyptus* é amplamente reconhecido e difundido no país.

No entanto, o resultado expressado pelo clone, efeito positivo das fertilizações, está de acordo com o descrito por Stahl *et al.* (2012). Os autores



relatam a silvicultura de *E. benthamii*, adotada pela empresa Klabin no planalto catarinense e destacam que a atividade de fertilização na implantação do plantio promove ganhos consideráveis em altura e diâmetro das plantas.

Outro aspecto que deve ser observado, na segunda avaliação, a fertilização lenta não apresentou diferença estatística comparada com a fertilização convencional. Efeito do uso de fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de *Eucalyptus* foi mostrado por Pezzutti, Schumacher e Hope (1999); Moraes Neto *et al.* (2003), entre outros autores. No entanto, estudos que relacionam crescimento de mudas florestais no campo e fertilizante de liberação lenta ainda são poucos (LANG *et al.*, 2010; ROSSA *et al.*, 2013). Logo, para o clone utilizado, o presente estudo constatou a eficiência da fertilização de liberação lenta. Trabalho semelhante, envolvendo espécies nativas, foi conduzido por Lang *et al.* (2010) e os autores também observaram eficiência do FLL.

De acordo com a análise de variância, aos vinte e quatro meses de idade (Figuras 2.3 e 2.4), houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) para os fatores “fertilização” e “interação”, isso considerando a variável altura. Para o diâmetro altura do peito (DAP) (Figura 2.3 - A, B, C, D, E, F) a análise revelou efeito sobre os três fatores, ou seja, “espécie”, “fertilização” e “interação”. O aspecto parcial do desenvolvimento das plantas ao longo do estudo pode ser observado na Figura 2.5-A, B.

Analizando o efeito de cada tratamento de fertilização entre os diferentes materiais, a análise não apresentou diferença entre os materiais para a fertilização convencional e para a fertilização de liberação lenta. No entanto, para as plantas testemunhas (sem fertilização) o material proveniente de semente foi superior ao material clonal, chegando aos vinte e quatro meses de idade a ter uma altura 50% superior. Essa superioridade ocorreu em todas as medições e para ambas as variáveis.

O estudo apontou a exigência nutricional do clone testado, quando o material não recebeu condições que favorecessem o desenvolvimento, no caso deste trabalho – a fertilização, o desenvolvimento foi aquém quando comparado com as plantas seminais. Uma interpretação para este resultado reside no fato que a produção de mudas de *E. benthamii* clonal ainda precisa de ser aprimorada, especialmente no que se refere em melhoria no sistema de

enraizamento como destaca Santos *et al.* (2012). A má formação de raízes pode ter levado a vulnerabilidade no campo.

Outro aspecto é a interação “clone x ambiente” que ocorre quando genótipos apresentam desempenho diferenciado em vários ambientes, de forma que genótipos superiores em determinados ambientes podem não o ser em outros. Quando a capacidade produtiva não atende às necessidades individuais das plantas, a competição entre indivíduos se estabelece mais cedo, provocando redução na uniformidade do plantio (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013). Furtini Neto *et al.* (1996) *apud* por Silveira e Gava, 2004 verificaram que os materiais genéticos de *Eucalyptus* apresentam diferentes capacidades de absorção, translocação e uso de fósforo. A eficiência de utilização de nutrientes pelos indivíduos favorece o crescimento e desenvolvimento das plantações de eucaliptos (CAMARGO *et al.*, 2004) e a constatação de exigências nutricionais diferenciadas dos materiais genéticos (espécies ou clones) pode contribuir para melhor dimensionamento das áreas de plantio (MATTIELLO *et al.*, 2008).

Para o material oriundo de semente, a análise não revelou diferença entre os tratamentos de fertilização, porém o tratamento FC foi superior ao FLL que por sua vez superior a testemunha. Povoamentos oriundos de sementes tendem a ser heterogêneos, devido a diversidade genética, no caso desse estudo as alturas aos 24 meses variaram de 12,20 m (indivíduo tratamento FC) e 4,40 metros (indivíduo testemunha).

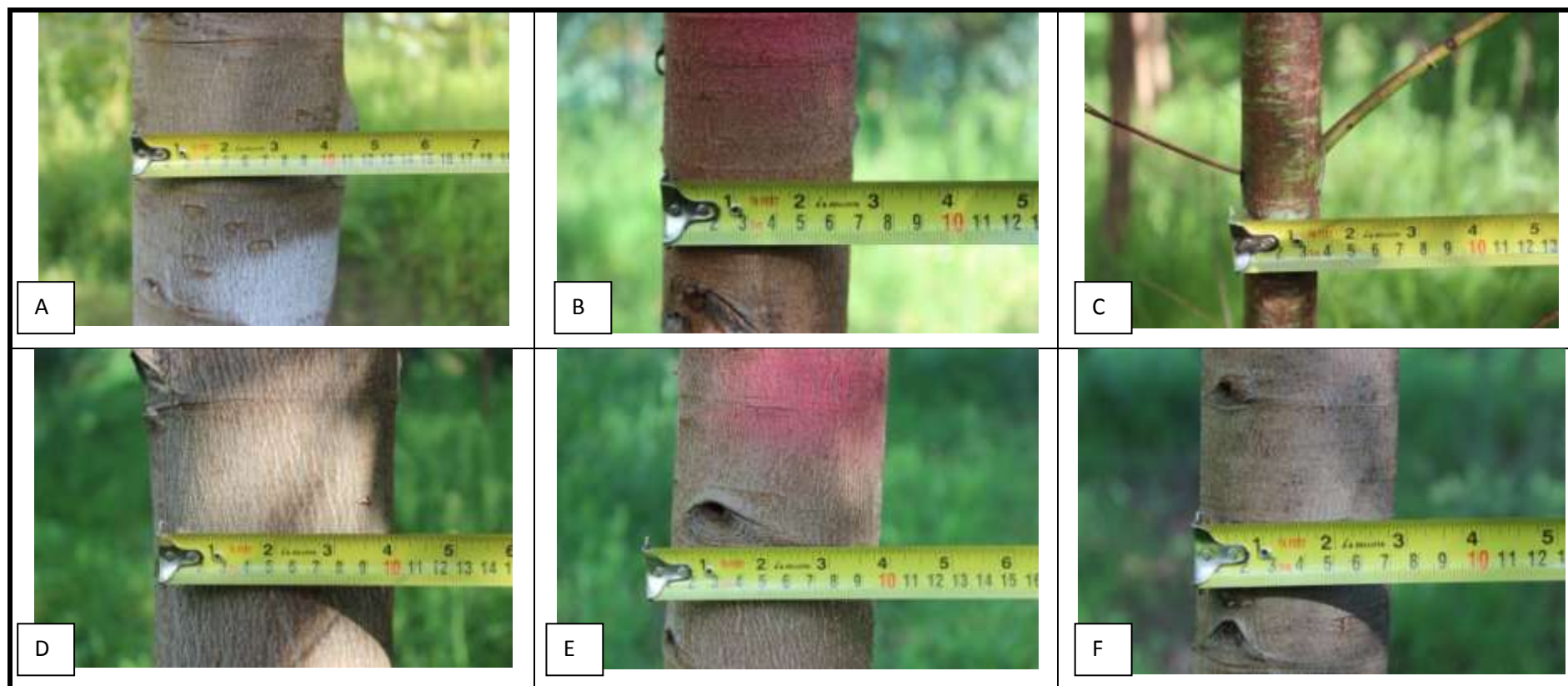


FIGURA 2.3 – ASPECTO PARCIAL DO DIÂMETRO ALTURA DO PEITO DE PLANTAS DE *E. benthamii* AOS 24 MESES DE IDADE. (A) CLONE, FERTILIZAÇÃO CONVENCIONAL; (B) CLONE, FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA; (C) CLONE, TESTEMUNHA; (D) PLANTA SEMINAL, FERTILIZAÇÃO CONVENCIONAL, (E) PLANTA SEMINAL, FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA; (F) PLANTA SEMINAL, TESTEMUNHA.  
 FONTE: O AUTOR (2015)

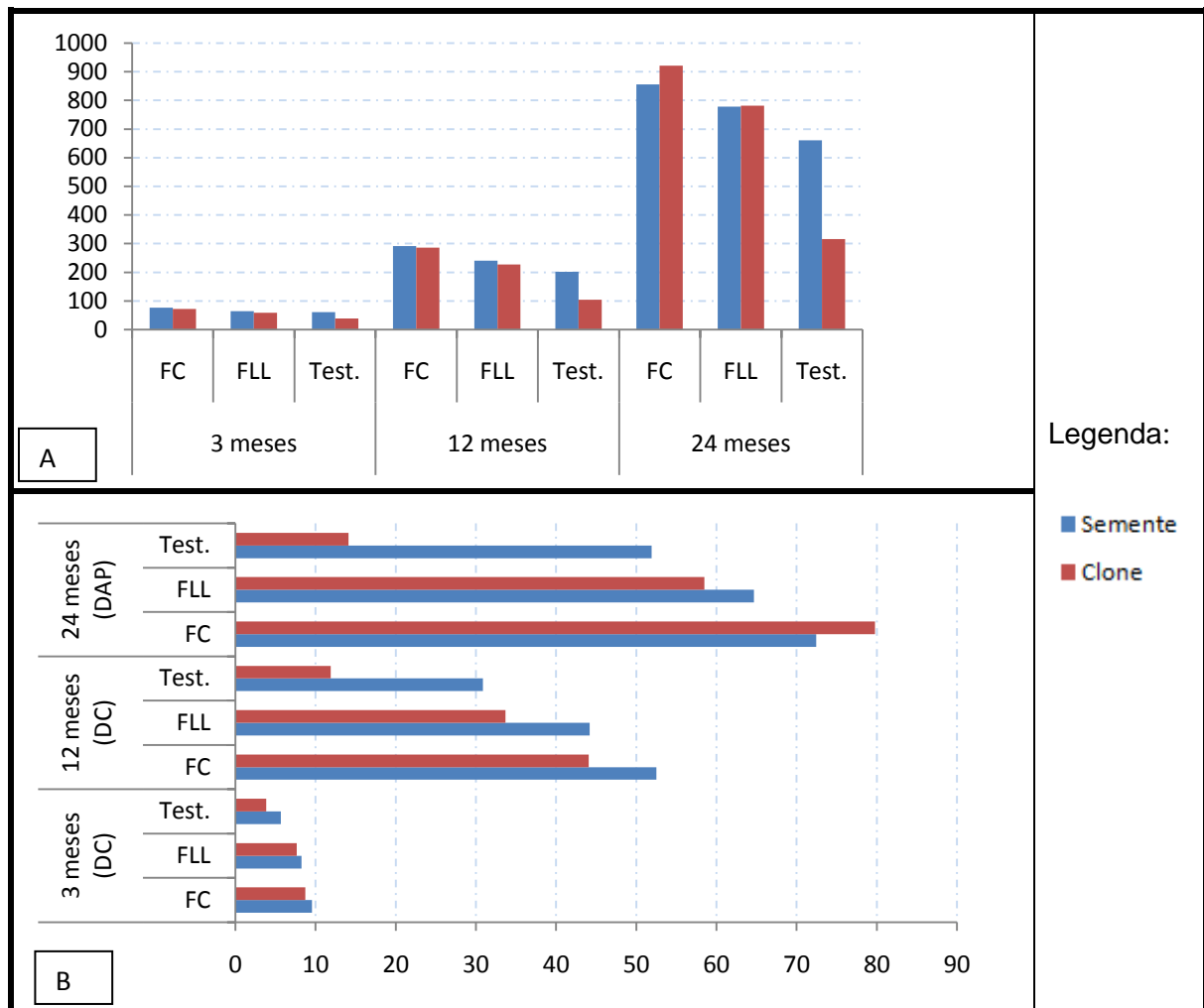


FIGURA 2.4 - (A) CRESCIMENTO EM ALTURA (cm) DE *E. benthamii* (MUDAS SEMINAIS E CLONE) SOB CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO. (B) DESENVOLVIMENTO EM DIÂMETRO (mm) de *E. benthamii* (MUDAS SEMINAIS E CLONE) SOB CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO  
 FONTE: O AUTOR (2015)



FIGURA 2.5 – (A) INDIVÍDUO SEMINAL DE *E. benthamii* AOS 360 DIAS; (B) INDIVÍDUO CLONAL de *E. benthamii* AOS 360 DIAS  
FONTE: O ANGELO (2013)

## 4 CONCLUSÕES

- a) Na ausência de fertilização os indivíduos seminais são superiores.
- b) O clone testado apresentou melhor resposta a fertilização e melhor desempenho na presença desta.
- c) A fertilização de liberação lenta se mostrou efetiva para os clones deste estudo.
- d) A utilização de clones da espécie estudada necessita de análise detalhada e contextualização de uso para que seja recomendada com segurança.

## REFERÊNCIAS

- ASSIS, F. de. **Assistat – Assistência Estatística**. Versão 7.7. Beta 2014. Disponível em <http://www.assistat.com/indexp.html>. Acesso em 20 de setembro de 2014.
- ASSIS, Teotônio Francisco; SANTOS, Glêison Augusto dos. Potencialidade de híbridos com *Eucalyptus benthamii*. In: SILVA, Luciana Duque; HIGA, Antonio Riroyei. **Silvicultura e melhoramento genético de *Eucalyptus benthamii***. Curitiba, PR: FUPEF, 2012. Cap. 4. p. 61-75.
- BELLOTE, A. F. J.; NEVES, E. J. M.. **Calagem e fertilização em espécies florestais plantadas na propriedade rural**. Colombo, PR: Embrapa, Florestas, 2001. 6 p. (Circular Técnica 54).
- BOLETIM TÉCNICO. **Formigas cortadeiras**. Instituto Biológico, nº4 p.5-31. São Paulo, 1996.
- CAMARGO, M. L. P.; MORAES, C. B.; MORI, E. S.; GUERRINI, I. A.; MELLO, E. J.; ODA, S. Considerações sobre eficiência nutricional em *Eucalyptus*. **Científica**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p.191-196, 2004. Nota científica.
- FURTINI NETO, A.E.; BARROS, N.F.; GODOY, M.F.; NOVAIS, R.F. Eficiência nutricional de mudas de *Eucalyptus* em relação a fósforo. **Revista Árvore**, v.20, n.1, p.17-28, 1996.
- INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS – ITCG (2008). Clima do Paraná. Disponível em < [http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos\\_DGEO/Mapas\\_ITCG/PDF/Mapa\\_Climas\\_A3.pdf](http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos_DGEO/Mapas_ITCG/PDF/Mapa_Climas_A3.pdf)>. Acesso em 21 de outubro de 2014.
- LANG, A.; MALAVASI, U. C.; DECKER, V.; PÉREZ, P. V.; ALEIXO, M. A.; MALAVASI, M. de M. Aplicação de fertilizante de liberação lenta no estabelecimento de mudas de ipê-roxo e angico-branco m área de domínio de ciliar. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 41, n. 2, p.271-276, 2011.
- LIMA, C. A.; DELLA LUCIA, T. M. C.; SILVA, N. A. **Formigas Cortadeiras: Biologia e Controle**. Boletim de Extensão nº 44. Viçosa: UFV, Pró-Reitoria de Extensão e Cultura, 2001. 28 p.
- LOPES, Emerson Delano. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*, *E. camaldulensis*, *E. citriodora* produzidas em blocos prensados e em dois modelos de tubete e seu desenvolvimento em campo**. 2005. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Mestrado de Agronomia, Fitotecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, 2005.
- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2.ed. Curitiba: Ed. Olympio, 450p.,1981.



MARCOLINO, Leandro. **CRESCIMENTO DE CLONES DE EUCALIPTO EM QUATRO ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO NO INTERIOR DE SÃO PAULO**. 2010. 26 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

MATTIELLO, E. M.; RUIZ, H. A.; SILVA, I. R.; GUERRA, P. de C.; ANDRADE, V. M. de.. CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E CRESCIMENTO DE CLONES DE EUCALIPTO EM RESPOSTA AO BORO. **Revista Árvore**, Viçosa, Mg, v. 33, n. 5, p.821-830, 2009.

MORAES NETO, S. P. de.; GONÇALVES, J. L. de M.; ARTHUR Junior, J. C., DUCATTIS, F. AGUIRRE Junior, J. H. FERTILIZAÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS E EXÓTICAS. **Revista Árvore**, Viçosa, Mg, v. 27, n. 2, p.129-137, 2003.

PAIVA, Haroldo Nogueira de *et al.* **Cultivo do Eucalipto: Implantação e Manejo**. 2. ed. Viçosa - Minas Gerais: Aprenda Fácil Editora, 2011. 354 p.

PALUDZYSZYN FILHO, Estefano; SANTOS, Paulo Eduardo Telles dos; FERREIRA, Carlos Alberto. **Eucaliptos Indicados para Plantio no Estado do Paraná**. Colombo, Paraná: Embrapa Florestas, 2006. 45 p. (Documentos 129).

PARANÁ (Estado). Decreto nº 1.753, de 6 de maio de 1996. **Instituída A Área de Proteção Ambiental na área de Manancial da Bacia Hidrográfica do Rio Iraí, Denominada Apa Estadual do Iraí**. Disponível em: <<http://www.comec.pr.gov.br/arquivos/File/decretoe1753-96.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

PEÑALOZA, Edmundo Rodrigo Pozo. **EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN SOBRE PLANTACIONES DE Eucalyptus globulus (Labill.) Y Eucalyptus nitens (Maiden) DE SIETE AÑOS DE EDAD EN LA COMUNA DE MÁFIL, PROVINCIA DE VALDIVIA**. 2005. 107 f. TCC (Graduação) - Curso de Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Ciencias Forestales Departamento de Silvicultura, Universidad de Chile, Santiago, Chile, 2005.

PEZZUTTI, Raul Vicente; SCHUMACHER, Mauro Valdir; HOPPE, Juarez Martins. CRESCIMENTO DE MUDAS DE Eucalyptus globulus EM RESPOSTA À FERTILIZAÇÃO NPK. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p.117-125, 1999. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v9n2/art10v9n2.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2014.

PINTO, S. I. do C. ; FURTINI NETO, A. E.; NEVES, J. C. L.; FAQUIN, V.; MORETTI, B. da S. EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE CLONES DE EUCALIPTO NA FASE DE MUDAS CULTIVADOS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, Mg, n. 35, p.523-533, 2011.



RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F. KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, n. 24, p. 75-92, jan/jun 2002.

ROSSA, U. B.; ANGELO, A. C.; NOGUEIRA, A. C.; BOGNOLA, I. A.; POMIANOSKI, D. J. W.; SOARES, P. R. C.; BARROS, L. T. S.. Fertilização de liberação lenta no crescimento de mudas de paricá em viveiro. **Pesquisa Florestal Brasileira Brazilian: Journal of Forestry Research**, Colombo, Pr, v. 33, n. 75, p.227-234, 2013. Disponível em: <<http://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/429/321>>. Acesso em: 7 dez. 2014.

SALTON, J. C. Sistema Plantio Direto. **O produtor pergunta, a Embrapa responde** / Organizado por Júlio César Salton; Luis Carlos Hernani; Clarice Zanoni Fontes. – Brasília : Embrapa-SPI ; Dourados: Embrapa-CPAO, 1998. 248p.; (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

SANTOS, G. A. dos; CABEL, S. R.; ASSIS, T. F. de; FIER, I. S. N.; MENDES, C. J.; PUCCI, J. A. de L. Potencial da silvicultura clonal de *Eucalyptus benthamii* para o Sul do Brasil. In: SILVA, Luciana Duque; HIGA, Antonio Rioyei (Org.). **Silvicultura e melhoramento genético de *Eucalyptus benthamii***. Curitiba, PR: Fupef, 2012. Cap. 5. p. 77-103.

SILVA, L. D.; HIGA, A. R.; SANTOS, G. A. dos S. (Coor.). **Silvicultura e melhoramento genético de *Eucalyptus benthamii***. Curitiba, PR: Fupef, 2012. 144 p.

SILVA, Luciana Duque; HIGA, Antonio Rioyei; GARCIA, José Nivaldo. Desafios do uso da madeira de *Eucalyptus benthamii* para serraria. In: SILVA, Luciana Duque; HIGA, Antonio Rioyei. **Silvicultura e melhoramento genético de *Eucalyptus benthamii***. Curitiba, PR: Fupef, 2012. Cap. 7. p. 123-145.

SILVEIRA, Ronaldo Luiz Vaz de Arruda; GAVA, José Luiz. Nutrição e Fertilização Fosfatada em *Eucalyptus*. In: YAMADA, Tsuioshi; ABDALLA, Silvia Regina Stipp e (Ed.). **Fósforo na Agricultura Brasileira**. Piracicaba, Sp: Potafos, 2004. Cap. 19. p. 495-536.

SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. – Rio de Janeiro: EMBRAPA SPI, 1999. xxvi, 412p. : il. –

STAHL, J.; LAZZAROTTI, G.; NAMIKAMA, I. S.; CHAVES, D. M.; MOREIRA, A. M.; MENDES, C. J., PUCCI, J. A. Silvicultura de *Eucalyptus benthamii* na Klabin S/A. In: SILVA, L. D.; HIGA, A. R.; SANTOS, G. A. dos S. (Coor.). **Silvicultura e melhoramento genético de *Eucalyptus benthamii***. Curitiba, Pr: Fupef, 2012. Cap. 6. p. 105-121.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. da. **Silvicultura clonal: Princípios e técnicas**. 2. Ed. Viçosa, MG: UFV, 2013. 279 p.

### **CAPÍTULO III - DIFERENTES REGIMES DE FERTILIZAÇÃO MINERAL NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Araucaria angustifolia* (BERTOL.) KUNTZE NO MUNICÍPIO DE PINHAIS-PR**

#### **RESUMO**

O presente estudo objetivou avaliar desenvolvimento inicial de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze sob diferentes formulações de fertilização NPK. O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná, Fazenda Canguiri, município de Pinhais-PR. O clima da região é do tipo Cfb, de acordo com a classificação climática de Köppen. O plantio foi realizado em dezembro de 2012 sob espaçamento 3 x 2 m composto por 80 plantas (considerando a bordadura), sendo 48 plantas úteis. Para o preparo do solo foram realizadas as atividades de fertilização verde seguida de subsolagem, gradagem e correção do solo com aplicação de calcário e fosfato. O experimento foi constituído de três tratamentos: Fertilizante convencional (T1), Fertilizante de liberação lenta (T2) e testemunha (T3). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. Para fins de análise foram consideradas as variáveis diâmetro do colo e altura total aferidos aos 3, 8, 12 e 24 meses de idade. Aos três meses de idade não houve diferença significativa entre os tratamentos para ambas as variáveis. A partir da segunda avaliação (8 meses de idade) os fertilizantes manifestaram diferença. Aos 24 meses de idade os tratamentos que receberam fertilização diferiram da testemunha e não apresentaram diferença estatística entre si. Em todas as avaliações o fertilizante de liberação lenta apresentou valores superiores das médias, tanto para variável altura quanto para diâmetro de colo. Com base nos resultados do presente estudo, pode-se concluir que a espécie *A. angustifolia* responde positivamente a fertilização mineral.

*Palavras-chave:* Araucária; fertilização; pinheiro-do-Paraná.

### CHAPTER III – DIFFERENT REGIMES OF NITROGEN FERTILIZING ON THE INITIAL DEVELOPMENT OF *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze IN THE COUNTY OF PINHAIS-PR

#### ABSTRACT

The present study aimed at evaluating the initial development of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze under different fertilizing NPK formulations. The experiment has been carried out at the *Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná, Fazenda Canguiri*, in the county of Pinhais-PR. The region's climate is type Cfb, according to Köppen's climate classification. The planting took place in December 2012 under 3 x 2 m spacing made up of 80 plants (taking the bordering into account), being 48 useful plants. For the soil preparation, green fertilizing activities have been performed, followed by sub soiling, mould board ploughing and soil correction by limestone and phosphate application. The experiment was made up of three treatments: Standard fertilizer (T1), Slow-release fertilizer (T2) and witness (T3). The experimental design was the completely randomized one. For the purpose of analysis the considered variables were lap diameter and overall height measured at 3, 8, 12 and 24 months post planting. At three months old there was no significant difference among treatments for both variables. From the second evaluation on (8 months old) the fertilizers have shown difference. At the age of 24 months old the treatments that received fertilizing differed from the witness and did not show any statistic difference from each other. In all evaluations the slow-release fertilizer has shown above-the-average values, either to variable height or lap diameter. Based on results to the present study, it is possible to conclude that species *A. angustifolia* responds positively to mineral fertilizing.

**Keywords:** Araucária; fertilization; pinheiro-do-Paraná.

## 1 INTRODUÇÃO

Conhecida também como pinheiro do Paraná a espécie *Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze, é a gimnosperma nativa de maior importância no Brasil, se restringe quase exclusivamente aos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (LAMPRECHT, 1990).

Sua presença caracteriza a Floresta Ombrófila Mista, tipologia inserida no domínio do bioma mata atlântica e com grande relevância ecológica, segundo o IBGE (1992) ombrófila advém de ambientes úmidos e o termo mista é devido a formação geológica que é composta de espécies originárias da Oceania e África.

Essa tipologia florestal foi submetida ao corte raso e substituída por extensas áreas agrícolas, através do processo de antropização e colonização do estado, ocorridas principalmente nos século XX, devido à grande abundância existente (SANQUETTA & MATTEI, 2006).

Estudos demonstram que a *Araucaria angustifolia* ocorre sobre diferentes tipos de solo, que vão desde a formação basáltica até arenitos, apesar de ter preferência por solos altamente férteis (SILVA *et al.*, 2001).

A espécie possui ótimas características físicas e químicas, possibilitando seu uso em construções, móveis e laminados (SHIMIZU, OLIVEIRA, 1981; MATTOS *et al.*, 2006), além de ser utilizada em artesanatos, e ter uso medicinal, a semente da araucária é explorada como fonte de alimentação humana e animal (PIRES, 2012). É fundamental incentivar o plantio desta espécie, pois desempenha um papel-chave na conservação do ecossistema (ZANETTE; OLIVEIRA; BIASI, 2011).

De acordo com Sanquetta *et al.*, 2006 o plantio de araucária é uma forma viável de conciliar a produção de matéria-prima florestal, a proteção da biodiversidade florística e faunística na Floresta Ombrófila Mista e a obtenção de outros benefícios e serviços que esta pode propiciar. A justificativa para o uso da araucária em reflorestamentos é encontrada nas seguintes vantagens: espécie de alto valor ecológico, ocorrência em florestas nativas, minimização do risco de produção por causa da boa adaptação de espécies nativas, e

produção de madeira de alta qualidade e valor nos mercados nacionais e internacionais (HESS; SCHENEIDER; ANDRADE, 2007), além de ser espécie chave em trabalhos de recomposição vegetal.

Apesar de apresentar grande potencial, a *Araucaria angustifolia*, é pouco conhecida em termos de crescimento e produção, qualidade do sítio e silvicultura (SANTOS, 2006). Um dos aspectos mais problemáticos para reflorestamento com *Araucaria Angustifolia* é a sua exigência em solo, tanto no que se refere à fertilidade, quanto à profundidade e à compactação (AQUINO, 2005).

A demanda por nutrientes varia entre espécies, estação climática e estágio de crescimento e é mais intensa na fase inicial de crescimento das plantas (FURTINI Neto *et al.*, 2000). A aplicação de fertilizantes envolvendo *A. angustifolia* ainda não é uma prática comum. Embora, alguns autores (SIMÕES & COUTO, 1973; MARTIANERA *et al.*, 2002; ROSSA *et al.*, 2011) relataram efeito positivo de aplicação de nutrientes na espécie.

Dada a importância da espécie *Araucaria angustifolia* e da demanda por estudos sobre a mesma, o presente estudo objetivou analisar o comportamento da espécie sobre diferentes regimes de fertilização em campo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no período de dezembro de 2012 a dezembro de 2014, na Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná (Fazenda Canguiri), município de Pinhais-PR (Figura 3.1).

O experimento foi implantado sob influencia do clima Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfb), conforme classificação climática de Köppen (MAACK, 1981). Região de ocorrência natural de estepes com capões da Floresta Ombrófila Mista (*Floresta com araucária*), de acordo com Roderjan *et al.* (2002), a composição florística é fortemente influenciada pelas baixas temperaturas e pela ocorrência regular de geadas no inverno.

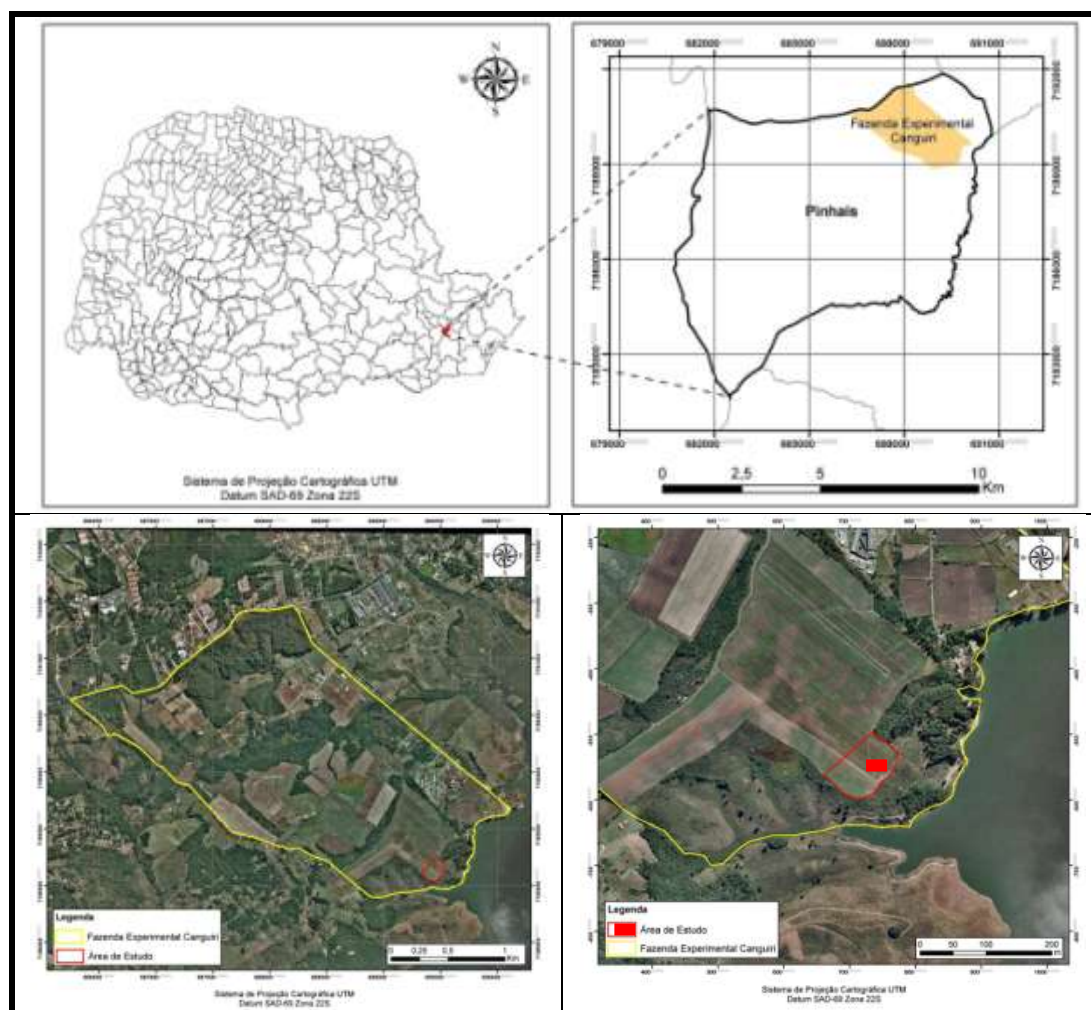


FIGURA 3.1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

FONTE: GOOGLE EARTH (2014), adaptado pelo AUTOR (2015)

O solo da área do experimento é Cambissolo Háplico distrófico típico. A análise química está apresentada da tabela 3.1.

TABELA 3.1 - ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO DA ÁREA DE ESTUDO

Amostra (cm)	pH		Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K	SB	T	P	S	C	V	M	Ca/ Mg	Argila
	CaCl <sub>2</sub>	SMP	cmol/dm <sup>3</sup>							mg/dm <sup>3</sup>		g/dm <sup>3</sup>	%	%		g/Kg
0-10	5,1	5,6	0	6,7	6,3	3,5	0,11	9,91	16,61	2,4	-	19,2	60	0	1,8	450
10-20	5	5,5	0	7,2	5,8	3,3	0,1	9,2	16,4	2,7	-	21,2	56	0	1,8	375
20-40	5	5,6	0	6,7	5,5	3,2	0,08	8,78	15,48	2,4	-	14,3	57	0	1,7	475
40-60	4,8	5,2	0,2	9	3,9	2,5	0,07	6,47	15,47	1,7	-	12,4	42	3	1,6	450

FONTE: Dados coletados pelos alunos do Curso de Agronomia/Disciplina Química Agrícola da UFPR, sob orientação do prof<sup>o</sup>. Dr. Luiz A. C. Lucchesi (não publicado).

As mudas (Figura 3.2) utilizadas no experimento foram cedidas pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP). O local de estudo está inserido na Área de Proteção Ambiental do Iraí e está sujeita a restrições de operação de acordo com Decreto nº 1753/1996 (PARANÁ, 1996). Logo, as operações que envolveram implantação e manutenção do experimento foram mecânicas.



FIGURA 3.2 – MUDAS DE *Araucaria angustifolia*  
FONTE: ANGELO (2012)



As atividades que antecederam o plantio foram: plantio com nabo forrageiro (*Raphanus* sp. L.) (Figura 3.3) para descompactar o solo (SALTON *et al.*, 1998), roçada mecanizada seguida de subsolagem (40 cm de profundidade), gradagem e correção do solo com aplicação de fosfato (200 kg.ha<sup>-1</sup>) e calcário dolomítico (2 ton.ha<sup>-1</sup>). A aplicação de fosfato e calagem foi embasada na experiência da empresa Klabin<sup>4</sup> e na recomendação de Bellote e Neves (2001), respectivamente.

Bellote e Neves (2001) não recomendam doses elevadas de calcário, pois além de onerosas podem interferir na estrutura do solo e microfauna, assim o ideal é aplicar 2 ton.ha<sup>-1</sup>.

O plantio foi manual com espaçamento 2 x 3 m, em dezembro de 2012, para o coveamento utilizou-se perfurador de solo com haste helicoidal.



FIGURA 3.3 – DEMARCAÇÃO DA PARCELA NO MOMENTO QUE APRESENTAVA O PLANTIO COM FERTILIZAÇÃO VERDE  
FONTE: O AUTOR (2012)

---

<sup>4</sup> STHAL, James (2012). (Engenheiro Florestal, pesquisador, Indústria Klabin). **Informação pessoal.**



Para a análise foram instaladas quatro parcelas de cada tratamento com quatro plantas cada parcela, totalizado 48 plantas úteis. O experimento foi constituído de três tratamentos:

- Tratamento 1 (T1): Fertilizante convencional;
- Tratamento 2 (T2): Fertilizante de liberação lenta;
- Tratamento 3 (T3): testemunha (T3).

O fertilizante convencional foi escolhido inicialmente com base na necessidade de doses elevadas de potássio para conífera, conforme é apontado por Dedecek (2005) e produto disponível no mercado que atendesse essa exigência. Para o fertilizante de liberação lenta utilizou-se a equiparação disponibilizada pelo fabricante. As dosagens e épocas de aplicações estão descritas na Tabela 3.2.

TABELA 3.2 - DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS

Tratamento	Descrição	Formulação	Quantidade (gramas)	Época de aplicação (dias após o plantio)
T1	Fertilização de base	5-30-10+6,1%Ca+2,4%Mg	110	30 dias
	Fertilização de cobertura	15-5-30+0,2%B+0,2%Zn+1,3%Ca	150	60 dias
	Fertilização de manutenção	5-30-10+6,1%Ca+2,4%Mg	110	450 dias
T2	Liberação lenta	11-21-19+6%S+0,5%B+0,5%Zn	165	30 dias
				450 dias
T3	Testemunha			-

\* NPK (%N total, %P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %K<sub>2</sub>O)

FONTE: O AUTOR (2015)

O experimento foi inteiramente casualizado. Foram analisadas as variáveis altura total (H) e diâmetro do colo (DC). Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de *Tukey* a nível de 5% de probabilidade. Para análises estatísticas as variáveis foram submetidas ao programa estatístico ASSISTAT versão 7.7 beta (2014).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos três meses, a sobrevivência foi de 100% para os três tratamentos. A mortalidade também foi verificada aos 8 meses, onde registrou-se sobrevivência de 97,75% para os tratamentos 1 e 2 e sobrevivência de 87,5%, para a testemunha. Esse índice de sobrevivência permaneceu até a última avaliação (aos 24 meses de idade). O resultado mostra alto índice de sobrevivência, segundo Carvalho (1982) e se aproxima dos valores encontrados por Storlarski *et al.* (2014) que avaliaram a sobrevivência de araucária aos 30 meses de idade e constataram 91,66% em plantio sem aplicação de fertilizante no sudoeste do Estado do Paraná.

Logo, os dados demonstraram que os tratamentos 1 e 2, com fertilização, apresentaram sobrevivência superior a testemunha. Resultado semelhante foi observado Duboc e Guerrini, 2007, pois verificaram efeito positivo na sobrevivência de mudas que receberam fertilização nitrogenada de espécies nativas secundárias em mata de galeria sob domínio do bioma cerrado.

Quanto ao tratamento testemunha, apesar de ter apresentado taxa de sobrevivência menor que os demais tratamentos, o resultado corrobora com o relato de Aquino (2005) - a mortalidade de mudas de araucária pode atingir 10% nos primeiros anos, caso haja problemas relacionados à fertilidade e compactação do solo, ao coveamento, a qualidade da muda ou uma combinação desses fatores.

Os índices encontrados neste trabalho foram superiores aos encontrados por Sanquetta *et al.* (2005). Os autores estudaram a sobrevivência de mudas de araucária sob o efeito competitivo de taquaras e que constataram a sobrevivência média das plantas aos 18 meses de idade foi de 60,8% para o tratamento que houve corte e retirada da taquara - condição que mais se assemelha a este estudo.

Os resultados de sobrevivência obtidos neste estudo foram altos estão de acordo com a classificação de sobrevivência de Carvalho (1982). O autor avaliou a sobrevivência de araucária em plantio sob capoeira e, obteve um

índice superior a 70%, o qual o autor considerou alta taxa de sobrevivência para a espécie. Os resultados deste estudo ficaram entre 87,5% (testemunha) e 91,75% (tratamentos com fertilização).

A Tabela 3.3 apresenta os resultados das médias das alturas e diâmetros de colo nos diferentes períodos de medição.

**TABELA 3.3 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS ALTURA TOTAL (H) E DIÂMETRO DO COLO DE PLANTAS DE *A. angustifolia* SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERTILIZAÇÃO**

Tratamento	Altura Total (H)				Diâmetro do colo (DC)			
	cm				mm			
	3	8	12	24	3	8	12	24
	meses							
1	33,18a	42,81ab	52,08a	128,93a	7,79a	10,61ab	15,27a	27,87ab
2	34,12a	44,83a	53,10a	143,52a	8,33a	12,52a	16,93a	29,70a
3	30,81a	38,14b	43,37b	73,64b	7,51a	9,08b	11,62b	20,81b

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de *Tukey* ao nível de 5% de probabilidade. Tratamento 1 = fertilização convencional, Tratamento 2 = liberação, tratamento 3 = testemunha.

FONTE: O AUTOR (2015)

Aos três meses de idade não houve diferença estatística entre os tratamentos, tanto para a variável diâmetro do colo quanto para a variável altura. Nesta avaliação os adubos não apresentaram efeito, este resultado pode ser explicado pela característica morfogenética da espécie, que ainda está se estabelecendo em campo, sem totais condições de aproveitamento dos fertilizantes.

De acordo com Carvalho (2002); Hoppe e Caldeira (2003); Aquino (2005) a araucária apresenta crescimento inicial lento, este pode ser o motivo pelo qual o adubo não apresentou efeito. Resultado semelhante foi observado por Rossa (2013) que estudou a influência da utilização de fertilizante de liberação lenta em *Ilex paraguariensis*, uma espécie também de crescimento lento, e observou que não houve influência do fertilizante na variável altura nas ervaíras.

Aos oito meses de idade o cenário apresenta outra configuração. Nesta avaliação, os resultados mostraram que houve diferença significativa para o

desenvolvimento inicial de plantas de araucária. Para ambas as variáveis (altura e diâmetro) a resposta a fertilização foi evidenciada. Os tratamentos de fertilização não diferiram entre si, mas a fertilização de liberação lenta (tratamento 2) apresentou diferença estatística quando comparada com a testemunha, e, a fertilização convencional (tratamento 1) não diferiu da testemunha.

Embora as diferenças sejam discretas, o estudo apresentou efeito positivo da fertilização antes do primeiro ano de plantio e essa diferença foi evidenciada ao longo do tempo. Esse resultado pode ser explicado com base nas observações de autores como Simões e Couto, 1973; Cassol, 1982 e Carvalho, 1994 que ressaltam a exigência da espécie quanto às características químicas, físicas e morfológicas do solo. A espécie pode apresentar queda no crescimento quando estas características não são atendidas. Lamprecht (1990) recomenda, para plantios de araucária, a calagem e fertilização nitrogenada ou plantio com leguminosas. De acordo com Sanquetta *et al.*, 2006 para ter um plantio bem sucedido de araucária é necessário contemplar o preparo adequado do solo e fertilização, o cuidado com replantio, a aplicação correta dos tratos culturais e silviculturais.

Aos 12 meses de idade os tratamentos de fertilização não diferiram entre si e ambos apresentam diferença estatística do tratamento testemunha, para as duas variáveis (diâmetro do colo e altura).

A altura média entre os tratamentos que receberam fertilização foi de 52,29 centímetros, enquanto que a testemunha registrou altura de 43,37 centímetros. Os valores médios referente altura são superiores ao descrito por Carvalho (1982). Aos 12 meses de idade, em plantio sob capoeira, sem fertilização, na Floresta Nacional de Irati, o autor registrou altura média de 38 cm.

Nesta avaliação, as diferenças entre plantas que receberam fertilização e plantas não adubadas foram evidenciadas, tal resultado corrobora com Oliveira *et al.* (1990) que conduziram um estudo avaliando o efeito de diferentes formulações em plantas de araucária em vasos até o 13 meses de idade em casa de vegetação e observaram efeito positivo de fertilização NPK. Por outro lado, Martiarena *et al.* (2002) estudando o efeito de nitrogênio e fósforo no crescimento inicial de *A. angustifolia* a campo em Missiones,

Argentina observaram resposta positiva apenas para aplicação de fósforo, o nitrogênio foi associado inclusive a menor crescimento.

Aos vinte e quatro meses de idade as plantas continuaram apresentando resposta à fertilização. A variável altura teve seu desenvolvimento superior nos tratamentos 1 e 2 que não diferiram entre si e diferiram da testemunha (tratamento 3). Esse resultado discorda de Silva & Pinto, 2010. Os autores compararam fertilização mineral e aplicação de lodo de esgoto com plantas não adubadas de araucária e, apesar de constatarem resposta das plantas à fertilização, não houve diferença estatística entre os tratamentos propostos.

Ainda na avaliação aos 24 meses de idade, o diâmetro do colo teve desenvolvimento superior para as plantas submetidas à fertilização de liberação lenta. A fertilização convencional não teve diferença quando comparada com liberação lenta e testemunha. O presente estudo constatou que a fertilização teve efeito positivo no diâmetro do colo, esse resultado corrobora com Fernández *et al.* (2000) que estudaram o efeito de nitrogênio e fósforo em *A. angustifolia* aos 24 meses de idade em um plantio localizado em Misiones, Argentina, antagonizando com os resultados de Martiarena *et al.* (2002).

Para a variável altura, a fertilização lenta, revelou positiva aos 8, 12 e 24 meses, apresentando as maiores médias de altura (44,80, 53,27, 143,52 cm respectivamente). Tal resultado corrobora com ROSSA *et al.*, 2011 que verificou crescimento em altura na produção de mudas de araucária quando submetidas a diferentes doses de fertilização lenta. Resposta positiva a fertilização de liberação lenta também foi observada em estudos envolvendo outras espécies florestais nativas (BRONDANI *et al.*, 2008; LANG *et al.*, 2011; ROSSA *et al.*, 2014).

O tratamento fertilização convencional, também apresentou resultado positivo, porém obteve médias inferiores quando comparado com fertilização de fertilização lenta. Esse fato pode estar relacionado com o tempo de disponibilidade dos nutrientes como é o caso de experimentos com adubos de liberação lenta, em comparação com adubos sem revestimento, mostram que os primeiros resultam em maior crescimento e menos lixiviação de nutrientes

(CONOVER; POOLE, 1974) e também devido a oferta dos nutrientes em relação à expansão da planta.

Por outro lado, o efeito positivo da fertilização convencional sobre a altura, observado nesse estudo, discorda do resultado obtido por Fernández *et al.* (2000). Na ocasião, os autores concluíram que a altura de plantas de araucária aos 24 meses não respondeu a fertilização de nitrogênio e fósforo em um estudo conduzido em Misiones, Argentina.

O desenvolvimento inicial de *A. angustifolia* ao longo de 24 meses é apresentado na Figura 3.3 e Figura 3.4. Os resultados mostram que a espécie teve um incremento médio em altura do primeiro para o segundo de 90,42 centímetros para tratamento 2; 76,85 centímetros para o tratamento 1, e 30,27 centímetros para testemunha. Carvalho (1982) estudou o crescimento da espécie por sete anos em plantio sombreado sem aplicação de fertilizante no segundo planalto paranaense e constatou incremento em altura de 21 centímetros, considerando também o primeiro para o segundo ano.

O autor ressalta que a espécie tem o ritmo de crescimento em altura acentuado a partir do quarto ano, quando começa a apresentar taxas de incremento de 1 metro por ano. Em sítios adequados, Carvalho (1994, 2002) afirma que a espécie pode apresentar incremento anual em altura de 1 m a partir do terceiro ano. Neste estudo, as plantas submetidas à fertilização de liberação lenta se aproximaram desta taxa já no segundo ano plantio.

No presente estudo foi possível constatar que a *A. angustifolia* expressou efeito de fertilização aos 8 meses de idade (Tabela 2). Desta forma, cabe uma reflexão quanto a época de fertilização para espécie. Kramer & Kozlowski (1960) em sua obra sobre a fisiologia de espécies arbóreas, apresentam dados de autores como Manshard (1933) e Rennie (1955) que apontam que a absorção mineral de espécies de folhosas no início de um povoamento é maior do que espécies de coníferas.

Na silvicultura brasileira, em geral, o fertilizante é aplicado no plantio como fertilização de arranque e, posteriormente, como fertilização de cobertura (BENEDETTI *et al.*, 2000; PAIVA *et al.*, 2011). Considerando as condições deste estudo (Figura 3.3), para a espécie em questão, poderia estudar o atraso na aplicação do fertilizante convencional para evitar perdas por lixiviação. Por outro lado, a melhor resposta foi atribuída ao fertilizante de liberação lenta, cuja

vantagem reside na redução em perdas por lixiviação além de menor dispêndio com mão-de-obra (GIRARDI & MOURÃO Filho, 2003; ROSSA, 2013). Desta forma, com base nos resultados obtidos, recomenda-se um estudo para verificar qual melhor época de aplicação do fertilizante convencional, podendo haver um atraso na aplicação.

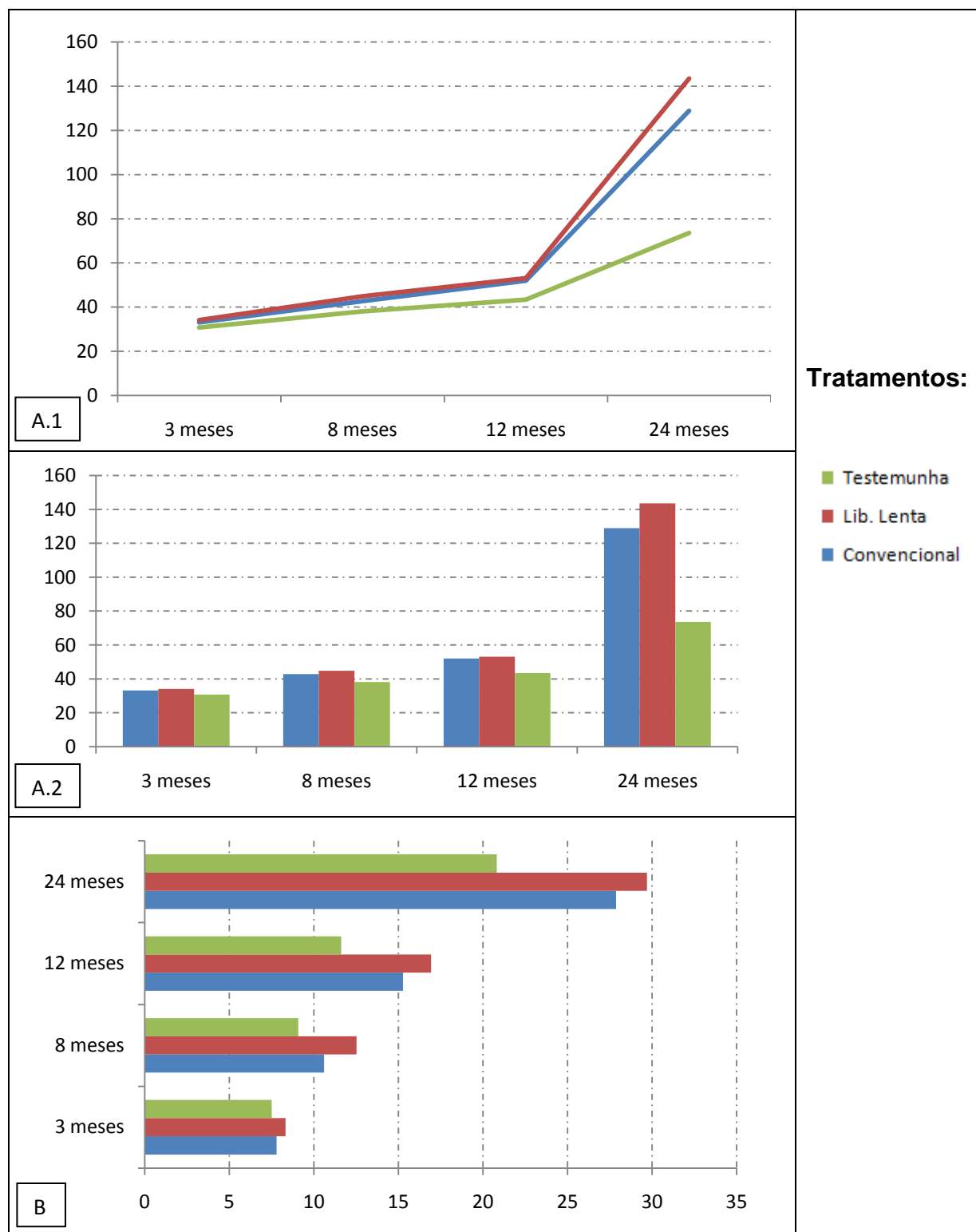


FIGURA 3.4 - (A.1; A.2) CRESCIMENTO EM ALTURA (cm) E (B) DIÂMETRO DO COLO (mm) DE *A. angustifolia* (Bertol.) Kuntze SOB DIFERENTES REGIMES DE FERTILIZAÇÃO.  
FONTE: O AUTOR (2015)



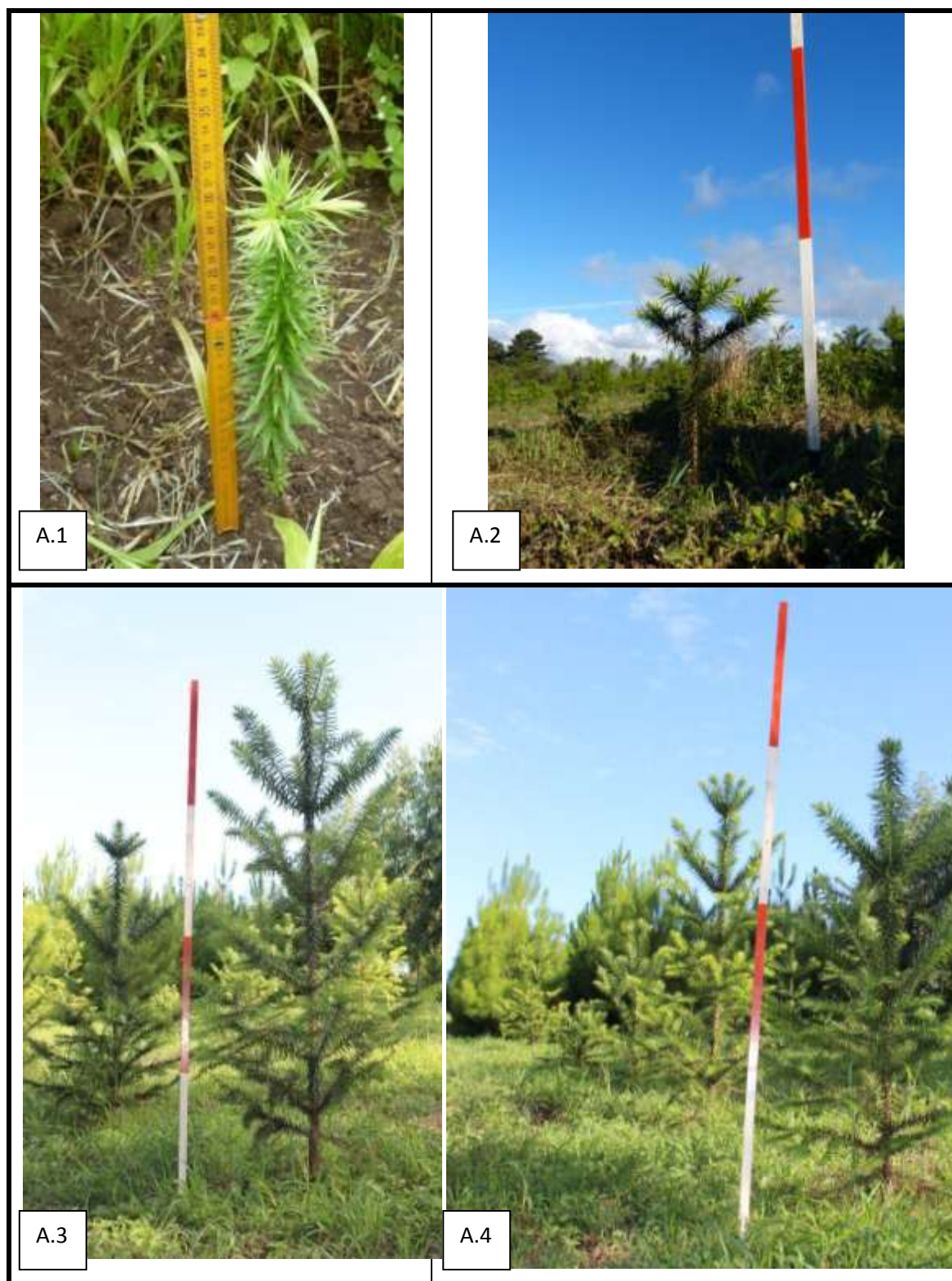


FIGURA 3.5 - (A.1) *Araucaria angustifolia* aos 60 dias; (A.2) *A. angustifolia* aos 12 meses (A.3, A.4) ASPECTO PARCIAL DA ÁREA DE ESTUDO, *A. angustifolia* SO 24 MESES DE IDADE  
 FONTE: O AUTOR (2015)

#### 4 CONCLUSÕES

- a) Nas condições do presente estudo, a fertilização mostrou influencia no desenvolvimento inicial de *Araucaria angustifolia*.
- b) *Araucaria angustifolia* respondeu positivamente ao fertilizante convencional e ao fertilizante de liberação lenta.
- c) O melhor resultado foi obtido com aplicação do fertilizante de liberação lenta.

## REFERÊNCIAS

- ASSIS, F. de. **Assistat – Assistência Estatística**. Versão 7.7. Beta 2014. Disponível em <http://www.assistat.com/indexp.html>. Acesso em 20 de setembro de 2014.
- AQUINO, Francisco Melo de. **Cultivo da *Araucaria angustifolia*: análise de viabilidade econômico-financeira**. Florianópolis: Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul, 2005. 53 p.
- BELLOTE, A.F. J.; FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. Nutrição, fertilização e calagem para Eucalyptus. In: FERREIRA, C. A.; SILVA, H.D. (Org.). **Formação de povoamentos florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. p. 55-65.
- BENEDETTI, V.; GONÇALVES, J. L. M.; FESSEL, V. A. G.. Mecanização da fertilização florestal. In: GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, Vanderlei. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba, SP: IPEF 2000. Cap. 14. p. 415-427.
- BRONDANI, G. E.; SILVA, A. J. C.; REGO, S. S.; GRISI, F. A.; WENDLING, I.; ARAUJO, M. A. Fertilização de liberação controlada no crescimento inicial de angico-branco. **Scientia Agraria**, Curitiba, Pr, v. 9, n. 2, p.167-176, 2008.
- CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. COMPARAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS, EM PLANTIO EM LINHAS EM CAPOEIRA, NA REGIÃO DE IRATI-PR – RESULTADOS AOS SETE ANOS. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, Pr, n. 5, p.53-68, 1982.
- CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies florestais brasileiras**: Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília, Df: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa, 1994. 640 p.
- CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. Pinheiro-do-Paraná. **Circular Técnica, 60: EMBRAPA Florestas**, Colombo, PR, p.1-9, 2002.
- CASSOL, C. A. Relações entre características do solo, crescimento e produtividade em povoamentos implantados de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em Passo Fundo – RS. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1982.
- CONOVER, C. A.; POOLE, R. T. Influence of shade and fertilizer source and level on growth, quality and foliar content of *Philodendron oxycardium* Schott. **Journal of American Society Horticultural Science**, v. 99, n. 2, p. 150-152, 1974.
- DEDECEK, R. A. **Adequação de áreas agrícolas para o plantio de *Pinus taeda***. Colombo, EMBRAPA Florestas, 2005. 3 p. (Comunicado técnico, 142).

DUBOC, E.; GUERRINI, I. A. Crescimento inicial e sobrevivência de espécies florestais de matas de galeria no domínio de cerrado em resposta à fertilização. **Energ. Agrícola**, Botucatu, volume 22, número 1, 2007. p. 42-60.

FERNÁNDEZ, R.; ASPILLAGA, F. R.; LUPI, A.; LOPEZ, E.; PEZZUTTI, E. C.; PAHR, N.; NATIUCK, M. CORTEZ, P. **Respuesta del Pinus taeda y la Araucaria angustifolia a la Adición de N, P y K en la Implantación**. IN: LAS JORNADAS FORESTALES SILVOARGENTINA, 2000. Visavoro: Corrientes. Disponível em: <[http://www.elsitioagricola.com/articulos/fernandezr/Respuesta del Pinus Taeda y la Araucaria Angustifolia a la Fertilizacion en la Implantacion.asp](http://www.elsitioagricola.com/articulos/fernandezr/Respuesta%20del%20Pinus%20Taeda%20y%20la%20Araucaria%20Angustifolia%20a%20la%20Fertilizacion%20en%20la%20Implantacion.asp)>. Acesso em: 20 jan. 2015.

FURTINI NETO, A. E. *et al.* Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: GONÇALVES, J. Leonardo de M.; BENEDETTI, Vanderlei (Ed.). **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba, São Paulo: Ipef, 2000. Cap. 12. p. 351-383.

GIRARDI, Eduardo Augusto; MOURÃO FILHO, Francisco de A. A.. EMPREGO DE FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO LENTA NA FORMAÇÃO DE POMARES DE CITROS. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 24, n. 2, p.507-518, 2003.

HESS, André Felipe; SCHNEIDER, Paulo Renato; ANDRADE, César Martins. CRESCIMENTO EM VOLUME DE *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze NA SERRA DO SUDESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 3, p.247-256, 2007.

HOPPE, Juarez Martins; CALDEIRA, Marcos Vinicius Winckler. CORRELAÇÕES ENTRE O CRESCIMENTO DE *Araucaria angustifolia* (BERTOL.) KUNTZE, PLANTADA NA FLORESTA NACIONAL DE PASSO FUNDO, RS COM AS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO. **Revista Acadêmica: Ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, PR, v. 1, n. 4, p.33-40, 2003.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Manual técnico da vegetação brasileira, n. 1. **Rio de Janeiro: DEDIT/CDDI**. 1992.

KRAMER, P. J. KOZLOWSKI, T. T. **Fisiologia das Árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1960. 745 p.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. GTZ. 343p, 1990.

LANG, A.; MALAVASI, U. C.; DECKER, V.; PÉREZ, P. V. ALEIXO, M. A.; MALAVASI, M. M. Aplicação de fertilizante de liberação lenta no estabelecimento de mudas de ipê-roxo e angico-branco em área de domínio ciliar. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 41, n. 2, p.271-276, 2011.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2.ed. Curitiba: Ed. Olympio, 450p.,1981.

MARTIARENA, R.; FERNÁNDEZ, R.; PAHR, N.; LUPI, A.; ALEGRANZA, D.; WALLIS, A. V. FERTILIZACIÓN Y CRECIMIENTO DE *Araucaria angustifolia* EN MISIONES, ARGENTINA. In: 9NAS JORNADAS TÉCNICAS FORESTALES, 9., 2002, El Dorado, Misiones. **9nas Jornadas Técnicas Forestales**. p. 9.

MATTOS, P. P.; BORTOLI, C.; MARCHESAN, R.; ROSSOT, N. C. Caracterização física, química e anatômica da madeira de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Kuntze. **Comunicado técnico**, Colombo: Embrapa, 2006. p. 16.

OLIVEIRA, I. B.; OLIVEIRA, O. dos S.; ANTONIOLLI, Z. I.. Comportamento de mudas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze em diferentes combinações nutritivas de N, P, K e B. **Rev. Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 1, n. 20, p.165-171, 1990.

PAIVA, H. N. et. al. **Cultivo do Eucalipto: Implantação e Manejo**. 2 ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora, 2011. 354 p.

PARANÁ (Estado). Decreto nº 1.753, de 6 de maio de 1996. **Instituída A Área de Proteção Ambiental na área de Manancial da Bacia Hidrográfica do Rio Iraí, Denominada Apa Estadual do Iraí**. Disponível em: <<http://www.comec.pr.gov.br/arquivos/File/decretoe1753-96.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

PIRES, P. P. **Sazonalidade e soluções nutritivas na miniestaquia de Araucaria Angustifolia (Bert.) O. Ktze. em propágulos de origem seminal**. 2012. p. 81. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

REMMIE, P. J. The uptake of nutrientes by mature forest growth. **Plant and soil**, 7: 49-95, 1955.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F. KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, n. 24, p. 75-92, jan/jun 2002.

ROSSA, Überson Boaretto. **PRODUTIVIDADE E COMPOSTOS FOLIARES DE ERVA-MATE SOB EFEITOS DE LUMINOSIDADE E FERTILIZAÇÃO**. 2013. 207 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <[http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf\\_dr/2013/t331\\_0382-D.pdf](http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_dr/2013/t331_0382-D.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2014.

ROSSA, U. B.; ANGELO, A. C.; NOGUEIRA, A. C.; REISSMANN, B. C. GROSSI, F.; RAMOS, M. R. Fertilizante de liberação lenta no crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* e *Ocotea odorifera*. **Revista FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 41, n. 3, p. 491-500, jul./set. 2011. Disponível em <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/floresta/article/view/24040/16075>>. Acesso em 31 de outubro de 2014.

ROSSA, U. B.; ANGELO, A. C.; WESTPHALEN, D. J.; UTIMA, A. Y.; MILANI, J. E. de F.; MONZANI, R. M.. Fertilizante de liberação lenta na produção de *Gallsia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Revista Agrocientífica**, Xanxerê, Sc, v. 1, n. 1, p.23-32, 2014. Disponível em: <<http://editora.unoesc.edu.br/index.php/agrocientifica/article/view/4861>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

SALTON, J. C. Sistema Plantio Direto. **O produtor pergunta, a Embrapa responde** / Organizado por Júlio César Salton; Luis Carlos Hernani; Clarice Zanoni Fontes. – Brasília : Embrapa-SPI ; Dourados: Embrapa-CPAO, 1998. 248p.; (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

SANTOS, Wagner C.. **ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS E FATORES EDÁFICOS NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE UM POVOAMENTO DE *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.** 2006. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2006.

SANQUETTA, C. R.; MATTEI, E. **Perspectivas de recuperação e manejo sustentável das florestas de araucária.** Curitiba, 2006. 297 p. Com colaboração de: A. P. Dalla Corte, A. J. dos Santos, A. C. Müller, L. Stolle, P. de T. de L. Pires e R. Balbinot. Biblioteca(s): Embrapa Florestas.

SILVA, H. D., BELLOTE, A. F. J., FERREIRA, C. A., BOGNOLA, I. A. Recomendação de solos para *Araucaria angustifolia* com base na suas propriedades físicas e químicas. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, n. 43, p. 61-74, 2001.

SANQUETTA, Carlos Roberto; CORTE, Ana Paula dalla; VULCANIS, Lisiane; BERNI, Diego M. SOBREVIVÊNCIA DE MUDAS DE *Araucaria angustifolia* PERANTE O CONTROLE DE TAQUARAS (BAMBUSOIDEAE) NO PARANÁ, BRASIL. **Floresta**, Curitiba, Pr, p.127-135, 2005. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/floresta/article/view/2436>>. Acesso em: 20 dez. 2014.

STHAL, James (2012). (Engenheiro Florestal, pesquisador, Indústria Klabin). **Informação pessoal.**

SHIMIZU, Jarbas Y.; OLIVEIRA, Yeda M. Malheiros de. Distribuição, Variação e usos dos recursos genéticos da Araucária no sul do Brasil. EMBRAPA, Série **Documentos**, 04. Curitiba, PR, p.1-9, 1981.

SILVA, Breno Viana Nascimento; PINTO, Lilian Vilela Andrade. POTENCIAL DO USO DO LODO DE ESGOTO COMO ADUBO ORGÂNICO EM COBERTURA DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS PLANTADAS EM ÁREA DEGRADADA POR PASTAGEM. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, MG, p.50-56, 2010. Disponível em:

<<http://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/251>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

SIMÕES, João Walter; COUTO, H. T. Z.. EFEITOS DA OMISSÃO DE NUTRIENTES NA ALIMENTAÇÃO MINERAL DO PINHEIRO DO PARANÁ *Araucaria Angustifolia* (BERT.) O. KTZE CULTIVADO EM

VASO. **IPEF**, Jaboticabal, n. 7, p.3-39, 1973. Disponível em:

<[http://www.nutricaoodeplantas.agr.br/site/downloads/unesp\\_jaboticabal/omissao\\_pinus1.pdf](http://www.nutricaoodeplantas.agr.br/site/downloads/unesp_jaboticabal/omissao_pinus1.pdf)>. Acesso em: 20 dez. 2014.

STOLARSKI, O. C.; KLEIN, A. W.; BECHARA, F. C. GORENSTEIN, M. R.; BARDDAL, M. L. Crescimento de espécies nativas com potencial madeireiro na região sudoeste do Paraná. **3º Encontro Brasileiro de Silvicultura**. Resumo expandido. Págs 135 – 137, Campinas: São Paulo, 2014. Disponível em <<http://www.expoforest.com.br/silvicultura/wp-content/uploads/2013/09/encontro-silvicultura-2014-pag-135.pdf>>. Acesso em 02 de novembro de 2014.

ZANETTE, F.; OLIVEIRA, L. da S.; BIASI, L. A.. GRAFTING OF *Araucaria angustifolia* (BERTOL.) KUNTZE THROUGH THE FOUR SEASONS OF THE YEAR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p.1364-1370, 2011. Comunicado Técnico.

## **CAPÍTULO IV - ESTUDO COMPARATIVO EM CAMPO ENTRE TRÊS ESPÉCIES DE CONÍFERAS SUBMETIDAS À FERTILIZAÇÃO MINERAL EM ÁREA SUJEITA A GEADA**

### **RESUMO**

O planalto paranaense tradicionalmente é reconhecido pela produção florestal. A partir da década de 1960 os cultivos começaram a se intensificar, especialmente as espécies *Pinus taeda* e *Pinus eliottii*. Crescimento relativamente rápido associado à natural resistência ao frio incentivou os plantios dessas espécies nos planaltos do Sul. A partir desta consolidação, poucas espécies florestais foram introduzidas no Paraná com intuito produtivo, a limitação principal é o fator climático - geada. Aliado a isso, criou-se uma cultura que espécies do gênero *Pinus* são rústicas e não necessitam de fertilização. Diante desta abordagem o presente estudo objetivou testar, além da fertilização mineral em *Pinus taeda* L., o crescimento de duas outras espécies com potencial madeireiro para regiões do planalto – *Pinus maximinoi* e *Cryptomeria japonica*. Durante dois anos foram mensuradas variáveis de crescimento – altura e diâmetro do colo. O experimento foi instalado na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Paraná, município de Pinhais, primeiro planalto paranaense. O plantio foi realizado em dezembro de 2012. Na ocasião, foram instaladas três parcelas – uma para cada espécie - contento 80 plantas, sendo 48 plantas úteis. Cada parcela recebeu três tratamentos de fertilização: fertilizante convencional (110 g fertilização de base na formulação 5-30-10 + Ca + Mg, 150 gramas como de fertilização de cobertura na formulação 15-5-30 + B + Zn + Ca e 110 g 5-30-10 + Ca + Mg como fertilização de manutenção); fertilizante de liberação lenta, 165 gramas aplicados como fertilização de base na formulação 11-21-19 + S + B + Zn, e, posteriormente 165 gramas aplicados como fertilização de manutenção e testemunha, configurando Análise Fatorial. Os tratamentos tiveram quatro repetições de quatro plantas. Avaliou-se o diâmetro do colo e altura das plantas a campo aos 3, 12 e 24 meses de idade. Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de *Tukey*. Os resultados revelaram que a fertilização teve efeito sobre o crescimento do *P. maximinoi*, o qual teve crescimento superior, quando comparado as demais espécies. *Pinus taeda* apresentou crescimento intermediário e *C. japonica*, apesar de mostrar o menor crescimento inicial, apontou potencial produtivo para a região onde se deu o trabalho.

*Palavras-chave:* *Pinus maximinoi*; *Pinus taeda*; pinheiro-Japonês, fertilização, geada.



## CHAPTER IV – FIELD COMPARATIVE STUDY AMONG THREE CONIFER SPECIES SUBMITTED TO MINERAL FERTILIZING IN A SUBJECT TO HOAR FROST AREA

### ABSTRACT

The plateau of Paraná is traditionally known for its forest production. As of the decade of 1960 the culturing began to grow more intense, specially the *Pinus taeda* and *Pinus eliotti* species. Rather fast growth associated to natural resistance to cold has fostered the plantation of such species in the southern plateaus. As of this consolidation, few forest species have been introduced in Paraná with production intentions, the main limiting factor is climate-related – hoar frost. Moreover, it has been culturally established that that *Pinus*-genre species are rustic and do not need fertilizing. Before the given approach the study aimed for testing, besides mineral fertilizing on *Pinus taeda* L., the growth of two other species with logging potential for plateau regions - *Pinus maximinoi* and *Cryptomeria japonica*. For two years growth variables have been measured – lap height and diameter. The experiment has been settled at *Fazenda Experimental da Universidade Federal do Paraná*, in the county of Pinhais, first plateau in Paraná. The planting took place in December 2012. At that opportunity three shares have been settled – one for each species – containing 80 plants, being 48 useful plants. Each share received three fertilization treatments: standard fertilizing (110 grams base fertilizing at formulation 5-30-10 + Ca + Mg, 150 grams as fertilizing cover at formulation 15-5-30 + B + Zn + Ca and 110 g 5-30-10 + Ca + Mg as maintenance fertilizing); slow-release fertilizing, 165 grams applied as base fertilizing at formulation 11-21-19 + S + B + Zn, and then, 165 grams applied as maintenance fertilizing and witness, which configures Factor Analysis. The treatments have had four repetitions of four plants. The lap diameter and plant height have been evaluated in field at 3, 12 and 24 months. The results have been submitted to variance analysis and to *Tukey's* test. The results revealed that fertilizing had effect on the growth of *P. maximinoi* and has also shown the production potential of species *P. maximinoi* and *C. japonica* for the region in which the work took place.

*Keywords:* *Pinus maximinoi*; *Pinus taeda*; sugi; frost.

## 1 INTRODUÇÃO

Espécies do gênero *Pinus* foram introduzidas no Brasil, no século XIX, trazidas pelos imigrantes europeus, com finalidade ornamental (DOSSA *et al.*, 2002), mas devido sua aplicação na indústria, a sociedade brasileira passou a conviver mais intensamente com o gênero *Pinus* a partir dos anos 1960, quando extensas áreas começaram a ser plantadas nas regiões Sul e Sudeste (SHIMIZU, 2008). Essas áreas foram ocupadas, predominantemente com *P. taeda* e *P. eliottii* var. *eliottii* (FERREIRA *et al.*, 2008).

As plantações de pinus têm importância para o setor florestal brasileiro, principalmente por poderem agregar valor desde o pequeno produtor até vários segmentos industriais como os de laminação, serraria, papel e celulose, chapas e geração de energia (MEDRADO, 2008). No entanto, tem havido o decréscimo da área cultivada, evidenciando uma tendência de ligeira redução das áreas de plantio, quando comparada àquela de anos anteriores, em parte devido à substituição dessas áreas por eucalipto, cujo rendimento em volume de madeira é bem superior ao de pinus (AGUIAR *et al.*, 2011). Por outro lado, novas plantações florestais de pinus precisam estar em um patamar tecnológico que permita a produção de matéria-prima de melhor qualidade para assegurar a competitividade dos produtos florestais brasileiros em todos os mercados (MEDRADO, 2008).

Entre as ferramentas disponíveis para atingir este patamar tecnológico, destaca-se um programa de melhoramento genético, que no Brasil, concentra-se naquelas espécies de maior valor econômico para a produção de celulose e papel, nas Regiões Sul e Sudeste: *P. taeda*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. eliottii*. O melhoramento genético possibilitou significativos ganhos de produtividade de madeira, contribuindo também para a melhoria da qualidade da matéria prima (AGUIAR *et al.*, 2011).

Outra ferramenta que tem merecido destaque com intuito de alavancar os índices de produtividade no país é a fertilização. O gênero *Pinus*, segundo Dedecek, 2008, pode ser considerado como pouco exigente quanto à fertilidade do solo, porém, existe diferença significativa entre sobreviver e crescer de forma a produzir retorno econômico. No entanto, a literatura tem

relatado vários estudos do efeito positivo fertilização em espécies do gênero *Pinus* (IBAÑEZ, *et al.*, 2004; DICKENS *et al.* 2004). No sudeste dos Estados Unidos, melhorar o fornecimento de nutrientes por meio da fertilização povoamentos de *P. taeda* e *P. elliottii* é uma alternativa silvicultural viável por causa das limitações naturais de fertilidade nesta região (FOX *et al.*, 2007).

O Estado do Paraná se destaca no cenário nacional, quando se trata de cultivos florestais. No ano de 2012, o Estado respondeu por 12,3% dos cultivos dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* do país (ABRAF, 2013). De acordo com Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento (2013-2014) em 2012 a área de plantio florestal no Paraná somou aproximadamente 1,5 milhão de hectares, sendo 60% de pinus.

No entanto, devido à restrição climática, as principais espécies cultivadas na região de ocorrência de geada no Estado são: *Pinus taeda* L., *Pinus elliottii*, *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage e *Eucalyptus dunni* Maiden. Isso conduz a necessidade de buscar outras espécies que possam ser cultivadas nessas regiões.

*Pinus maximinoi* H. E. Moore tem grande potencial de madeira (SHIMIZU, 2008). Distribui-se naturalmente do sudeste do México, centro da Guatemala e Honduras, norte de El Salvador e noroeste da Nicarágua, ocorre entre as altitudes de 600 até 2400 m de altitude, com precipitação de 1000 a 2000 mm anuais, crescendo em solos ácidos a básicos (pH 4,5 a 7,5) (FOLGAR, 2003). Produz madeira clara de alta resistência, e é uma espécie que pode figurar como opção para a diversificação de espécies em plantios destinados à produção de madeira sólida (SHIMIZU & SEBBEN, 2008)

Além desta, outra espécie recomendada para cultivo no estado do Paraná, especialmente para a Região Centro Sul, onde a altitude predominante é de 650 a 1100, ocorre cerca de 1 a 40 geadas por ano e a precipitação média varia de 1250 a 2500 mm com distribuição uniforme e sem déficit hídrico é *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L. f.) (CARPANEZZI *et al.*, 1986). A *C. japonica* (CUPRESSACEAE), o cedro ou pinheiro japonês como é conhecida (MISSOURI BOTANICAL GARDEN, 2014), é natural da China e Japão, foi introduzida em diversos países como Índia, Tanzânia, Indonésia, África do Sul, Reino Unido, Estados Unidos e Canadá (ORWA *et al.* 2009). Adaptada a climas frios e úmidos, a espécie ocorre naturalmente entre 600 e 1800 metros

de altitude (ALVES *et al.*, 1984) e requer uma precipitação média de 1500 a 2500 milímetros de chuva por ano (ORWA *et al.*, 2009). Em um dos países de origem, Japão, é a espécie mais cultivada, representando atualmente cerca de 45% das florestas cultivadas deste país (TSUMURA, 2011). De madeira leve e durável, é amplamente empregada para diversas finalidades, além da possibilidade de uso como óleo essencial e demais produtos (ORWA *et al.*, 2009).

Diante do potencial das espécies e com intuito de ampliar o conhecimento de espécies florestais para cultivo em regiões dos planaltos do Sul do país, o presente estudo, objetivou avaliar o crescimento inicial a campo de três espécies de coníferas: *Pinus taeda*, *Pinus maximinoi* e *Cryptomeria japonica* em resposta a diferentes regimes de fertilização.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido na Estação Experimental Canguiri, pertencente à Universidade Federal do Paraná, localizado no município de Pinhais, cerca de 695 m de altitude acima do nível do mar. Segundo Roderjan *et. al.* (2002) a composição florística natural da região é estepe com capões da Floresta Ombrófila Mista (floresta com araucária). O clima predominante é do tipo Cfb, Subtropical Úmido Mesotermico, de acordo com a classificação climática de Köppen (MAACK, 1981), as médias meteorológicas (precipitação e temperatura) estão apresentadas nos anexos 1 e 2. O solo da área de estudo é Cambissolo Háplico distrófico típico, a análise está apresentada na tabela 4.1.

TABELA 4.1 - ANÁLISE DE SOLO DA ÁREA DE ESTUDO

Amostra (cm)	Ph		Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K	SB	T	P	S	C	V	M	Ca/ Mg	Argila
	CaCl <sub>2</sub>	SMP	cmol/dm <sup>3</sup>							mg/dm <sup>3</sup>		g/dm <sup>3</sup>	%	%		g/Kg
0-10	5,1	5,6	0	6,7	6,3	3,5	0,11	9,91	16,61	2,4	-	19,2	60	0	1,8	450
10-20	5	5,5	0	7,2	5,8	3,3	0,1	9,2	16,4	2,7	-	21,2	56	0	1,8	375
20-40	5	5,6	0	6,7	5,5	3,2	0,08	8,78	15,48	2,4	-	14,3	57	0	1,7	475
40-60	4,8	5,2	0,2	9	3,9	2,5	0,07	6,47	15,47	1,7	-	12,4	42	3	1,6	450

FONTE: Dados coletados pelos alunos do Curso de Agronomia/Disciplina Química Agrícola da UFPR, sob orientação do prof<sup>o</sup>. Dr. Luiz A. C. Lucchesi (não publicado).

A Estação Experimental localiza-se (Figura 4.1) nas proximidades do reservatório Irai, e, portanto, encontra-se na Área de Proteção Ambiental Estadual do Irai. A APA em questão tem por objetivo a proteção e a conservação da qualidade ambiental e dos sistemas naturais ali existentes, em especial a qualidade e quantidade da água para fins de abastecimento público da região metropolitana de Curitiba (PARANÁ, 1996).

O plantio foi realizado em dezembro de 2012 e conduzido até dezembro de 2014, completando 24 meses de acompanhamento em campo.

As mudas de *Pinus maximinoii* e *Pinus taeda* procedência África do Sul foram cedidas pela empresa Klabin. Enquanto que as mudas de *Cryptomeria japonica* foram cedidas pela empresa Florestal Gateados Ltda. Antes da implantação do experimento, o local era destinado para o treinamento de tratoristas, resultando em um solo compactado.

O preparo do solo teve início com o plantio de uma espécie forrageira (*Raphanus* sp. L.) utilizada para favorecer o rompimento das camadas compactadas do solo, como destaca Salton *et al.* (1998), seguida da derrubada da biomassa por meio de roçada tratorizada. Após essa atividade, foram executadas as tarefas de gradagem em área total, seguida de subsolagem (40 centímetros) na linha de plantio. Aplicação de aplicação de fosfato ( $200 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) ocorreu de acordo a recomendação de Stahl (2012)<sup>5</sup> e calcário dolomítico ( $2 \text{ ton.ha}^{-1}$ ) (BELLOTE; NEVES, 2001) (Figuras 4.2, A, B, C, D). O plantio foi manual sob espaçamento 3 x 2 metros e o preparo das covas foi com auxílio de um perfurador de solo Toyama com haste do tipo “broca” (FIGURA 4.3).

---

<sup>5</sup> STHAL, James (2012). (Engenheiro Florestal, pesquisador, Indústria Klabin). **Informação pessoal.**

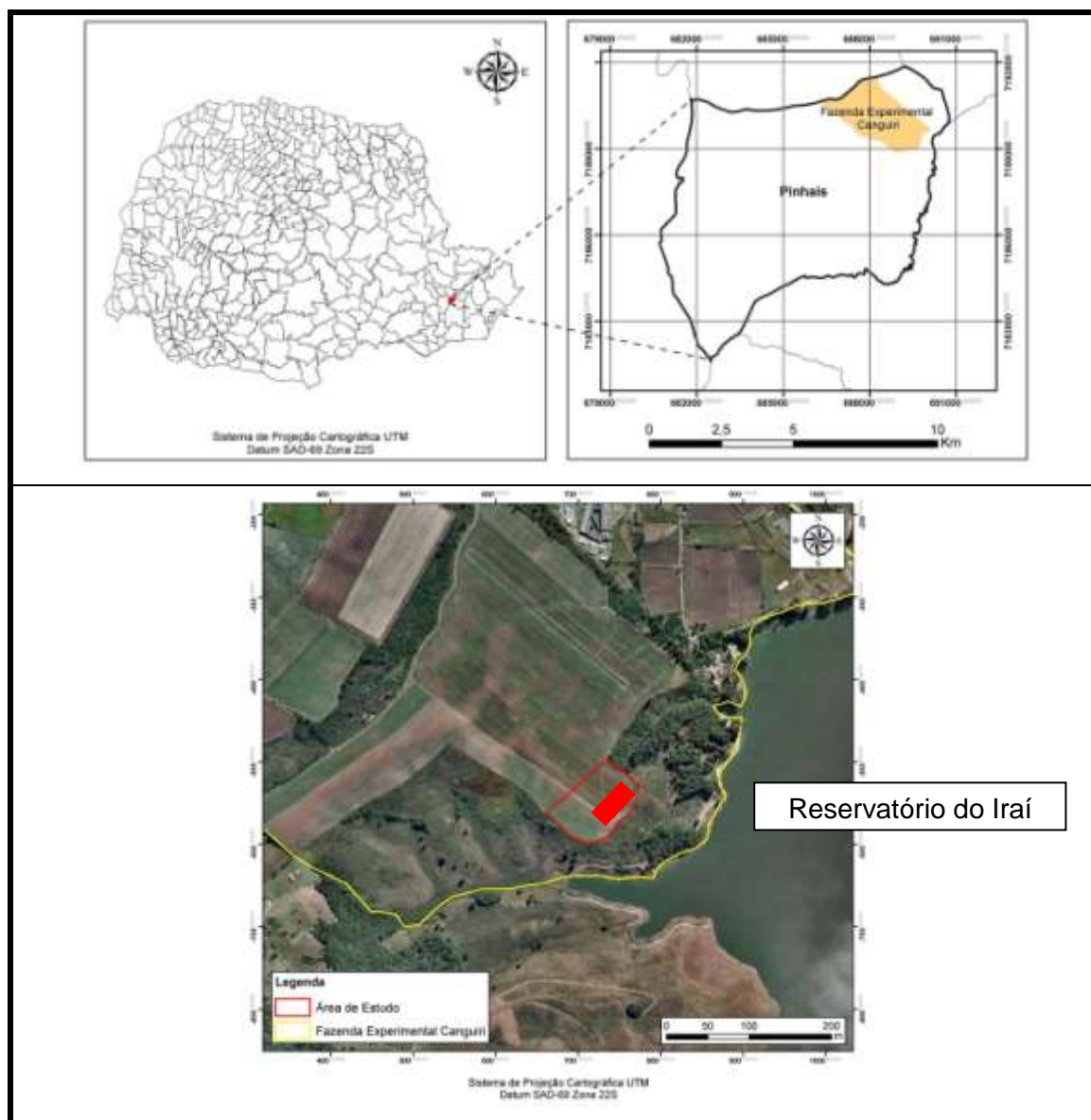


FIGURA 4.1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO  
FONTE: GOOGLE EARTH (2014), adaptado pelo AUTOR (2015)



FIGURA 4.2 - PREPARO DO SOLO. (A) FERTILIZAÇÃO VERDE, (B) SUBSOLAGEM, (C) GRADAGEM, (D) CALAGEM  
FONTE: ANGELO (2015)



FIGURA 4.3 - COVEAMENTO SEMIMECANIZADO  
FONTE: ANGELO (2015)



Três parcelas (uma para cada espécie) contendo 48 plantas amostráveis por parcela e 32 plantas no entorno de cada parcela formando a bordadura compuseram o experimento (totalizando 240 plantas). Cada parcela recebeu os tratamentos de fertilização de acordo com a distribuição ilustrada na Figura 4.4.

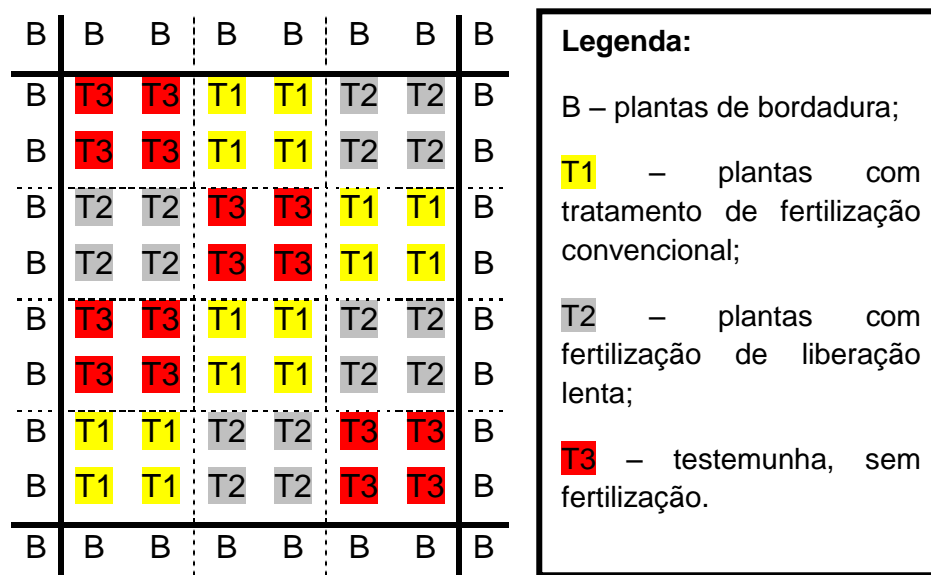


FIGURA 4.4 – PERFIL ESQUMÁTICO DE ALOCAÇÃO DOS TRATAMENTOS EM CADA PARCELA  
 FONTE: O AUTOR (2015)

Os tratamentos de fertilização e épocas de aplicação estão apresentados na tabela 4.2.

TABELA 4.2 - DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS

Tratamento	Descrição	Formulação	Quantidade (gramas)	Época de aplicação (dias após o plantio)
T1	Fertilização de base	5-30-10+6,1%Ca+2,4%Mg	110	30 dias
	Fertilização de cobertura	15-5-30+0,2%B+0,2%Zn+1,3%Ca	150	60 dias
	Fertilização de manutenção	5-30-10+6,1%Ca+2,4%Mg	110	450 dias
T2	Liberação lenta	11-21-19+6%S+0,5%B+0,5%Zn	165	30 dias
				450 dias
T3	Testemunha			-

\* NPK (%N total, %P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %K<sub>2</sub>O)

FONTE: O AUTOR (2015)

A aplicação dos tratamentos foi manual e por meio de medidor plástico e com auxílio de baldes plástico para o transporte dos fertilizantes. Os fertilizantes foram aplicados em duas covetas laterais (10 cm de profundidade), cerca de 15 cm distantes da base da muda com auxílio de pá chilena.

Considerando a necessidade de potássio de *P. taeda* destacada por Dedecek (2005) se deu a escolha do fertilizante convencional dentre as formulações disponíveis no mercado. A partir da formulação escolhida houve a equiparação para o fertilizante de liberação lenta ajustada através de um *software* pelo fabricante. As dosagens e formulações foram relatadas nos parágrafos acima.

Considerando o caráter de unidade de conservação, a condução do experimento intercorreu por tratos culturais inerentes a um plantio florestal respeitando o Decreto nº 1753 de 6 maio de 1996 (PARANÁ, 1996). Para isso, foi realizado controle mecânico de plantas infestantes (coroamento, roçada semimecanizada na entre planta e roçada mecanizada nas entrelinhas). Também, controle mecânico de formigas cortadeiras (*Acromyrmex* sp. Hymenoptera: Formicidae).

O experimento foi constituído de Análise Fatorial onde se aferiu altura total (H) das plantas com auxílio de uma trena e clinômetro, e, diâmetro do colo (DC) com auxílio de paquímetro analógico e diâmetro altura do peito (DAP) utilizando suta, conforme idade das plantas. As avaliações ocorreram aos três, doze e vinte e quatro meses de idade. Os dados obtidos foram submetidos à

análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de *Tukey* em nível de 5% de probabilidade. Para as análises não foram considerados os indivíduos que não sobreviveram e foram realizadas com auxílio dos programas Microsoft Office Excel 2007 e ASSISTAT versão 7.7 beta (2014).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos três meses de idade a análise revelou diferença para a variável altura entre as espécies. O *Pinus maximinoi* teve o maior crescimento quando comparado as outras espécies considerando os três tratamentos de fertilização para a variável altura. Considerando o diâmetro, as espécies dos gêneros *Pinus* não apresentaram diferença entre si e foram superiores quando comparados com *C. japonica* (Tabela 4.3).

TABELA 4.3 - CRESCIMENTO INICIAL DE *P. maximinoi*, *P. taeda* e *C. japonica* EM RESPOSTA A FERTILIZAÇÃO NO PRIMEIRO PLANALTO PARANENSE AOS 3 MESES DE IDADE

Trat.	3 meses					
	Altura			Diâmetro (colo)		
	----- cm -----			-----mm-----		
	FC	FLL	Test.	FC	FLL	Test.
<i>P. maximinoi</i>	66,93 aA	72,93 aA	60,64 Aa	12,00 aA	12,30 aA	11,59 aA
<i>P. taeda</i>	49,62 bA	50,93 bA	47,50 bA	12,11 aA	11,80 aA	11,48 aA
<i>C. japonica</i>	45,62 bAB	49,97 bA	39,68 bB	7,66 bA	8,25 bA	7,31bA

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, **minúscula coluna e maiúscula na linha**, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

FONTE: O AUTOR (2015)

O crescimento superior do *Pinus maximinoi* comparado com as demais espécies deste trabalho era esperado. Shimizu e Sebbenn (2008) descrevem espécies do gênero *Pinus* que podem figurar como uma opção para diversificação de plantios destinados a produção de madeira sólida no Brasil. Os autores ressaltam que o crescimento do *P. maximinoi* é maior comparado as demais espécies do gênero que são utilizadas tradicionalmente na silvicultura brasileira.

A sobrevivência inicial foi de 100% para plantas de *P. maximinoi*, *P. taeda* e *C. japonica*, considerando os tratamentos 1 e 2. As plantas testemunha tiveram 93,75% de sobrevivência para as três espécies. Constantino *et al.*, 2010 avaliaram a sobrevivência de mudas de *P. taeda* aos 46 meses de idade

produzidas em tubetes de 55 cm<sup>3</sup> com diferentes idades (6 e 10 meses) e encontram valores de 83,4% e 94,5%, respectivamente. Na Argentina, Pezzutti & Caldato, 2011 avaliaram a sobrevivência de mudas de *P. taeda* produzidas em recipientes com diferentes diâmetros de colo e concluíram que o diâmetro de colo inicial não influenciou na sobrevivência das plantas, e, o valor médio de sobrevivência encontrado pelos autores foi de 85,1%.

Ainda aos três meses de idade, analisando o efeito da fertilização para cada espécie, o teste de comparação de médias apontou diferença estatística apenas para *C. japonica*. Para essa espécie, o fertilizante de liberação lenta foi superior, mas não diferiu estatisticamente do fertilizante convencional que por sua vez não diferiu da testemunha.

Maragon, Mavinato e Mondardo (2009) testaram diferentes fontes de fosfato, incluindo Basacote (fertilizante de liberação lenta) na formação de mudas de *P. elliottii* e atestaram melhor crescimento, resultando em maior diâmetro de colo em mudas que receberam Basacote 60 dias após a emergência. Efeitos positivos da aplicação de fósforo (45 e 90 g/planta de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) aos seis meses de idade em plantas de *P. taeda* foi verificado por Fernández (1999) no norte de Corrientes na Argentina. Vogel *et al.* (2005) também constataram resposta positiva significativa para o P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O em plantas de *P. taeda* na região de Cambará do SUL, RS. A fertilização de florestas do gênero *Pinus*, na Austrália, é fundamental durante a fase de estabelecimento, no plantio, em que o sistema radicular não está totalmente desenvolvido, sofrendo concorrência das plantas daninhas e tipo de preparo do local (Flinn, 1985 citado por Vogel *et al.*, 2005).

Aos doze meses de idade (tabela 4.4) a fertilização apresentou efeito nas plantas de *P. maximinoi*, para ambas as variáveis (altura e diâmetro do colo). Resultado semelhante foi observado por Lopes *et al.* (1983) que em experimentação com *Pinus oocarpa* com fertilização e calagem em solo de cerrado concluíram que aos três anos a fertilização NPK proporcionou aumento significativo no desenvolvimento em altura e diâmetro, quando as plantas foram submetidas a fertilização NPK + calagem, o tratamento aumentou altura das plantas e as plantas que receberam NPK + calagem + S tiveram aumento no diâmetro, mas a aplicação de B e Zn não apresentou efeito significativo. No caso deste estudo o diâmetro superior foi do tratamento FLL, lembrando que

toda área recebeu calagem e o fertilizante de liberação é acrescido com enxofre, boro e zinco.

TABELA 4.4 - CRESCIMENTO INICIAL DE *P. maximinoi*, *P. taeda* e *C. japonica* EM RESPOSTA A FERTILIZAÇÃO NO PRIMEIRO PLANALTO PARANENSE AOS 12 MESES DE IDADE

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, **minúscula coluna e maiúscula na linha**, pelo teste de *Tukey* a 5% de

Trat.	12 meses					
	Altura			Diâmetro (colo)		
	----- cm -----			-----mm-----		
	FC	FLL	Test.	FC	FLL	Test.
<i>P. maximinoi</i>	131,18 aA	135,72 aA	109,83 aB	32,00 aAB	35,18 aA	30,02 aB
<i>P. taeda</i>	124,04 abA	117,25 abA	111,75 aA	28,06 bA	28,88 aA	26,47 aA
<i>C. japonica</i>	99,43 bA	88,68 bA	77,22 bA	18,99 cA	17,18 bA	15,05 bA

probabilidade.

FONTE: O AUTOR (2015)

Ao contrário do esperado, as plantas de *P. taeda* e *C. japonica* não apresentaram efeito da fertilização na avaliação dos 12 meses. De acordo com Dickens *et al.* (2004) fertilização em *P. taeda* e *P. elliotii* como ferramenta silvicultural tem sido aplicado com sucesso para aumentar a produtividade florestal no sudeste dos Estados Unidos. Embora espécies de coníferas, como *Pinus*, de forma geral, respondam menos à fertilização que o *Eucalyptus*, estudos na Argentina e Brasil também apontam a resposta de fertilização em *Pinus* (FERNÁNDEZ *et al.*, 1999; IBAÑEZ *et al.*, 2004; VOGEL *et al.*, 2005). No entanto, a absorção de fósforo, um nutriente imóvel, por raízes depende de processo ativo como temperatura. Foi observado que a taxa de fósforo por área de superfície radicular em *Pinus contorta*, *Picea sitchensis* e *Pinus taeda*, a partir de sítios com P-deficiente foi maior do que as de raízes de sítios semelhantes que foram fertilizados com fósforo. Esta absorção foi reduziu em 50% quando a temperatura foi reduzida de 25 a 7°C (OREN e SHERIFF, 1995).

Outro fator que deve ser considerado para justificar a ausência de resposta aos fertilizantes para *P. taeda* e *C. japonica* foi a interação do nitrogênio com o fósforo. Tal fato é relatado por Vogel *et al.* (2005) que testou diferentes doses de nitrogênio em *P. taeda* e verificou que a fertilização com N não foi eficiente em plantas, aos 19 meses de idade. Fernández (1999)

também verificou que a fertilização nitrogenada não teve efeito em plantas de *P. taeda*, pelo contrário, o autor ressalta tendência inversa. Jull, Stuart e Blazich (1993) estudaram a influencia do Nitrogênio em solução nutritiva em estacas de *Cryptomeria japonica* “Elegans aurea”, uma variedade utilizada como ornamental, e constataram que o crescimento da raiz foi maximizado a uma taxa relativamente baixa de N ( $25 \text{ mg.litro}^{-1}$ ) e taxas superiores de nitrogênio tenderam a produzir plantas com qualidade inferior além de diminuir o comprimento total das raízes.

Dickens *et al.* (2004) não recomendam aplicação de nitrogênio por si só em povoamentos jovens de *Pinus* no sul dos Estados Unidos, pois assim como o potássio, esse macronutriente pode limitar o crescimento. No plantio, a aplicação de N deve ser combinada com fósforo e a dose é aumentada apenas com o fechamento do dossel.

Aos vinte e quatro meses de idade a fertilização, novamente, mostrou efeito para *P. maximinoi* (Tabela 4.5). Nesta avaliação a altura superior foi atribuída ao fertilizante de liberação lenta (NPK + S + B + Zn), na ocasião a média da altura para este tratamento foi de 4,41 m. Experimento conduzido por Lopes *et al.* (1983) obteve resultado semelhante com plantas de *P. oocarpa* com mesmo espaçamento (3 x 2 m). Os autores testaram diferentes adubações e a maior altura aos dois anos foi observada para o tratamento NPK + calagem + S, cuja média de altura registrada foi de 3,49 metros.

TABELA 4.5 - CRESCIMENTO INICIAL DE *P. maximinoi*, *P. taeda* e *C. japonica* EM RESPOSTA A FERTILIZAÇÃO NO PRIMEIRO PLANALTO PARANENSE AOS 24 MESES DE IDADE

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, **minúscula coluna e maiúscula na linha**, pelo teste de *Tukey* a 5% de probabilidade.

Trat.	24 meses					
	Altura			DAP		
	----- cm -----			-----mm-----		
	FC	FLL	Test.	FC	FLL	Test.
<i>P. maximinoi</i>	423,12 aAB	441,04 aA	382,08 aB	45,43 aA	46,70 aA	38,93 aA
<i>P. taeda</i>	293,62 bA	270,00 bA	308,93 bA	46,43 aA	45,31 aA	39,60 aA
<i>C. japonica</i>	236,67 cA	218,33 bA	200,20 cA	29,75 bA	28,04 bA	23,18 bA

FONTE: O AUTOR (2015)

Moro *et al.* (2014) avaliando a resposta a fertilização em *Pinus taeda* cultivado em Cambissolo Háplico alumínico típico, no planalto catarinense, constatou resposta a fertilização NPK aos 30 meses de idade, em plantas que receberam fertilização aos 12 meses de idade.

Quando se compara o crescimento entre as espécies, no tratamento 1 (FC) *P. maximinoi* é superior a *P. taeda* que por sua vez é superior a *C. japonica*. Este resultado era esperado e justifica-se pelo fato que, naturalmente, *P. maximinoi* tem crescimento superior. Folgar (2003) estudou o crescimento de três espécies de pinus para o programa de incentivo florestal na Guatemala, e, entre as espécies de pinus avaliadas, *P. maximinoi* foi superior a *P. caribaea* e *P. oocarpa*. A inovação deste resultado reside no fato em que *P. maximinoi* sobreviveu e cresceu satisfatoriamente em uma região de ocorrência de geada. Embora o trabalho apresente resultados promissores para a espécie na região, é fundamental acompanhar seu desenvolvimento e ampliar a pesquisa para que a espécie seja recomendada.

No tratamento 2 (FLL) *P. maximinoi* é superior e *P. taeda* e *C. japonica* não diferem entre si estatisticamente. Esse resultado pode revelar o potencial da espécie *C. japonica* para região, uma vez que *P. taeda* é uma espécie amplamente reconhecida por apresentar crescimento rápido, considerando alto investimento em melhoramento e tecnologia para aumentar a produção, a produtividade média no Brasil, de plantios de *Pinus*, fica em torno de 40,1



$\text{m}^3.\text{ha}.\text{ano}^{-1}$  (ABRAF, 2013). Esse resultado está de acordo com o estudo de Dobner Junior *et al.* (2013) que confirmaram o grande potencial de crescimento para *C. japonica*, similar ao de *Pinus taeda*, principal espécie florestal da região Sul do Brasil.

*C. japonica* é uma espécie de rápido crescimento com produtividade variando de 18 a  $45 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  (CARPANEZZI *et al.*, 1986). Dobner Junior *et al.* (2013) avaliou o crescimento de um plantio de *C. japonica* aos 25 anos de idade no planalto catarinense e constatou um IMA equivalente a  $43 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ . Quanto ao crescimento de *C. japonica*, aos dois anos de idade a melhor altura foi registrada para o tratamento fertilizante convencional (média em altura 2,36 m). Resultado semelhante foi observado por Alves *et al.* (1984) que estudando diferentes procedências de *C. japonica* para a região Sul do país verificaram que o melhor desempenho foi no município de Cantagalo-PR, onde a altura aos dois anos foi de 2,47 m também em espaçamento 3 x 2 m.

Embora as espécies *P. taeda* e *C. japonica* não tenham apresentado diferença estatística para o efeito da fertilização, recomenda-se que o acompanhamento com essas espécies seja estendido, visto que, de acordo com Dickens *et al.* (2004) respostas de fertilizantes em espécies do gênero *Pinus* normalmente podem durar cerca de 6 a 8 anos.

Aspectos parciais das plantas ao longo do estudo podem ser observados nas Figuras 4.6, 4.7 e 4.8.

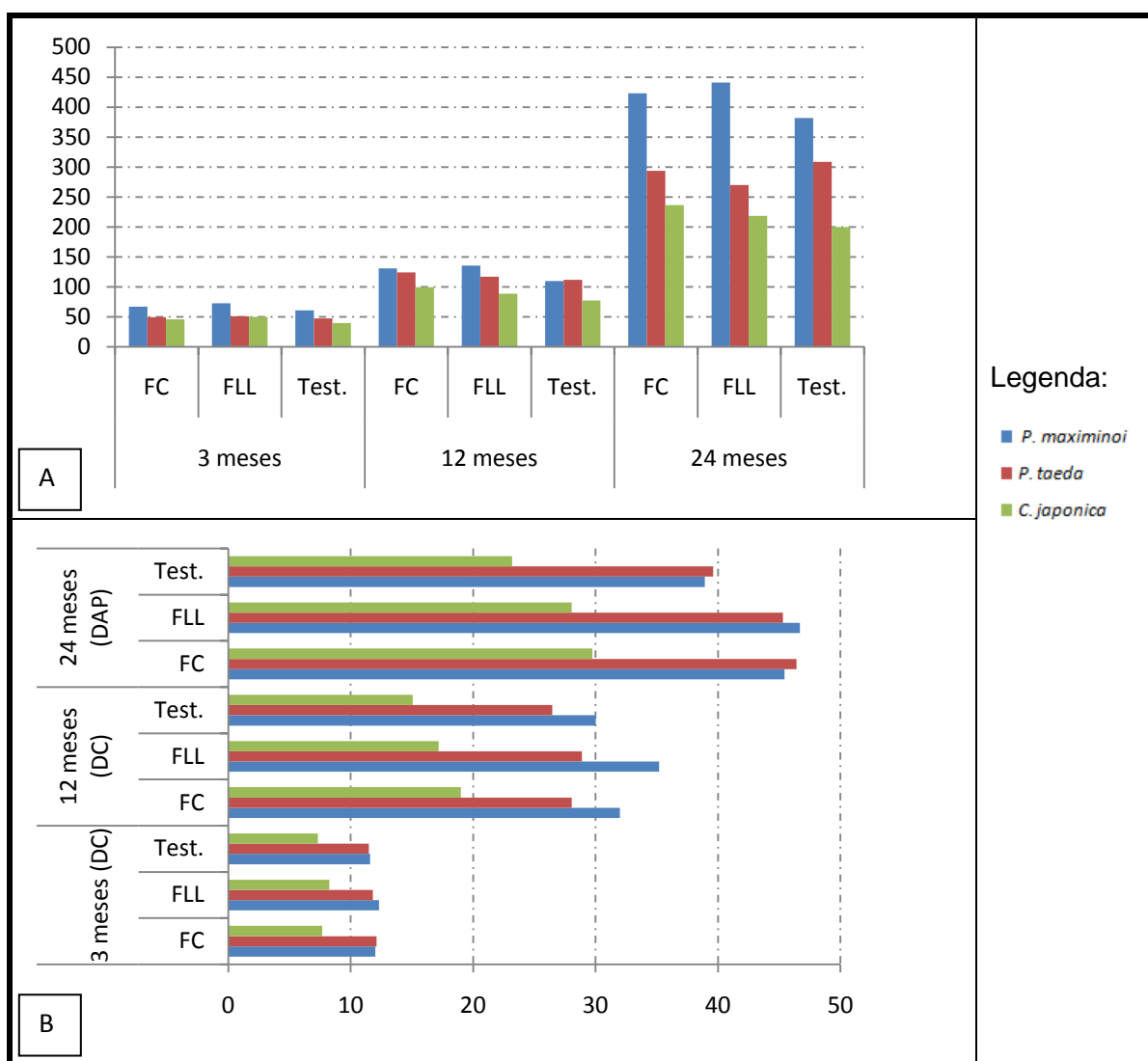


FIGURA 4.5 - (A) VALORES MÉDIOS DE ALTURA (cm) DE *P. maximinoi*, *P. taeda* e *C. japonica*. (B) VALORES MÉDIOS DE DIÂMETRO (mm) DE *P. maximinoi*, *P. taeda* e *C. japonica* SUBMETIDOS A FERTILIZAÇÃO CONVENCIONAL (FC), FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA (FLL) E TESTEMUNHA.

FONTE: O AUTOR (2015).

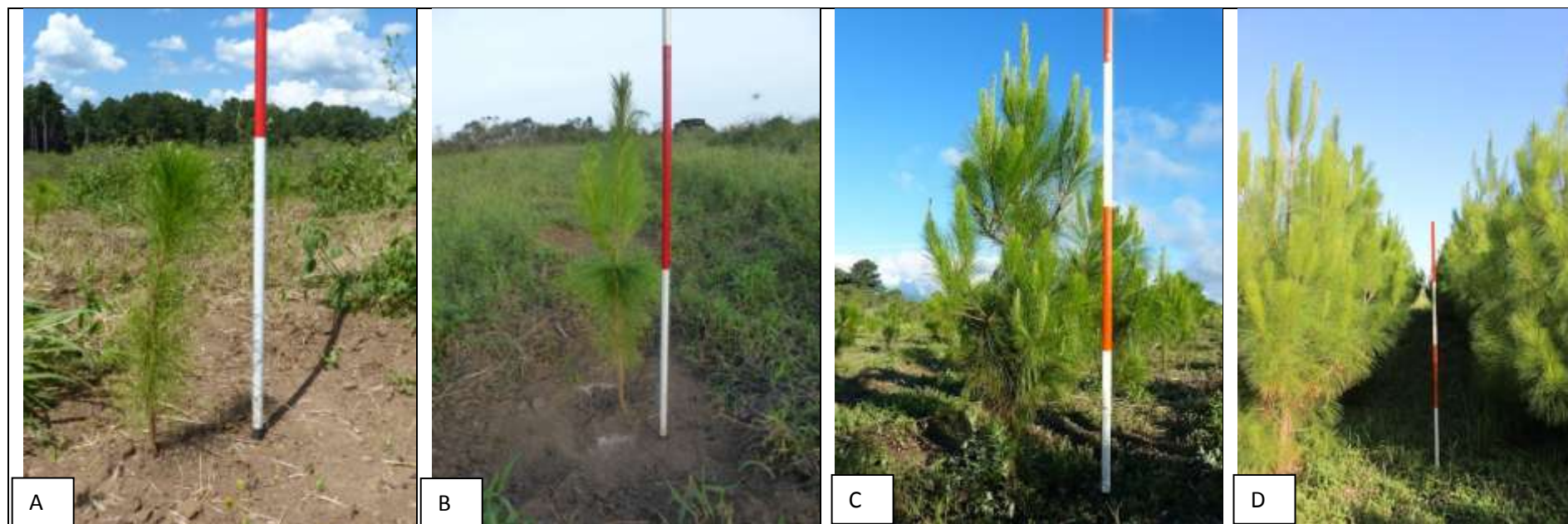


FIGURA 4.6 – ASPECTO PARCIAL DE PLANTAS DE *P. maximinoi* AO LONGO DO ESTUDO. (A) 2 MESES; (B) 4 MESES; (C) 12 MESES; (D) 24 MESES DE IDADE  
FONTE: ANGELO (2013, 2014)

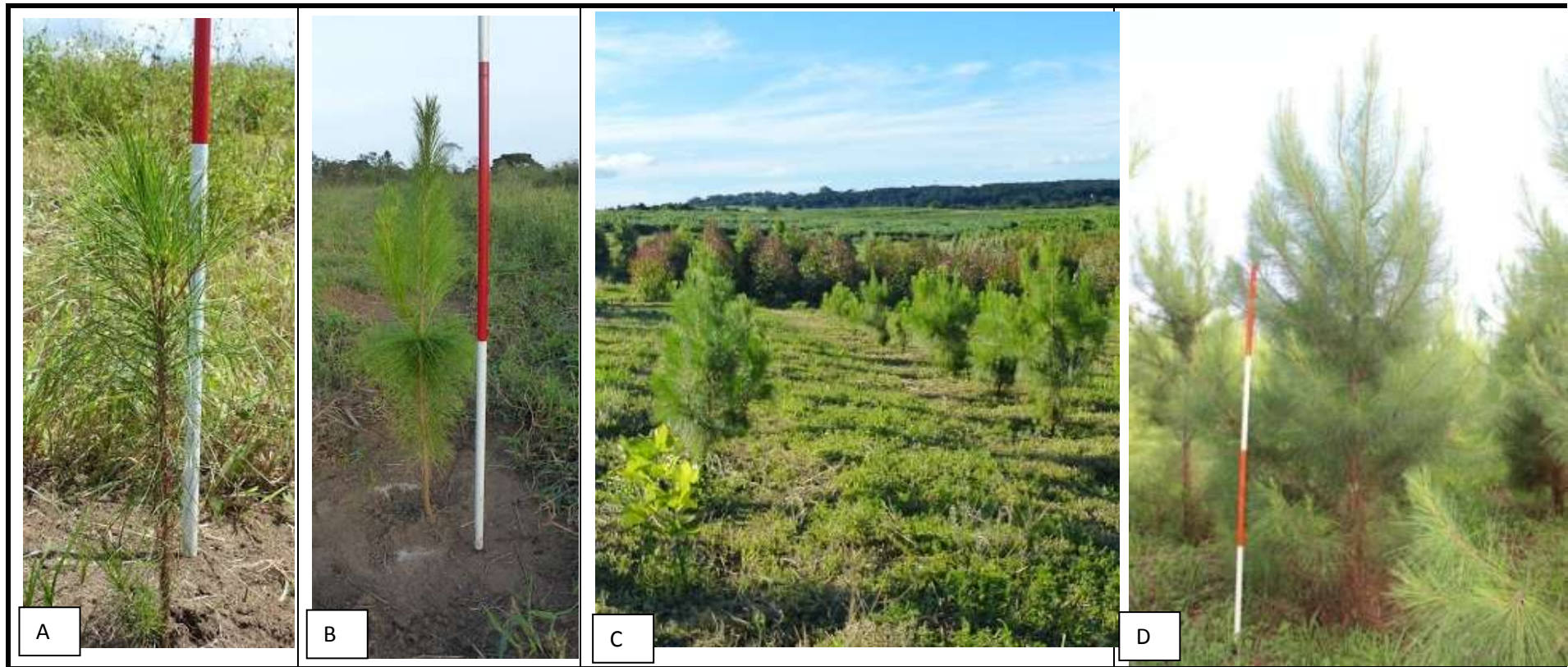


FIGURA 4.7 – ASPECTO PARCIAL DE PLANTAS DE *P. taeda* AO LONGO DO ESTUDO. (A) 2 MESES; (B) 4 MESES; (C) 12 MESES; (D) 24 MESES DE IDADE  
FONTE: ANGELO (2013, 2014)





FIGURA 4.8 - ASPECTO PARCIAL DE PLANTAS DE *Cryptomeria japonica* AO LONGO DO ESTUDO. (A) 2 MESES; (B) 4 MESES; (C) 12 MESES; (D) 24 MESES DE IDADE

FONTE: ANGELO (2013, 2014)

## 4 CONCLUSÕES

- a) A sobrevivência foi alta nas três espécies estudadas.
- b) *Pinus maximinoi* teve crescimento superior.
- c) *Pinus taeda* teve desenvolvimento intermediário.
- d) *Cryptomeria japonica* apresentou desempenho próximo ao *Pinus taeda*.
- e) *Pinus maximinoi* respondeu a fertilização e o melhor resultado foi atribuído ao fertilizante de liberação lenta.

## REFERÊNCIAS

ABRAF. **Anuário estatístico ABRAF 2013 ano base 2012**. Brasília, 2013. 148 p. Disponível em: <[www.abraflor.org.br/estatisticas.asp](http://www.abraflor.org.br/estatisticas.asp)>. Acesso em: 6 maio 2014.

AGUIAR, A. V.; SOUSA, V. A.; Fritzsons, E.; Pinto Junior, J. E. **Programa de melhoramento de pinus da Embrapa Florestas**. Colombo, Pr: Embrapa, Florestas, 2011. 81 p. (Documentos 233).

ALVES, S.T.; SHIMIZU, J.Y.; HIGA, R, C.V. **Teste de procedência de *Cryptomeria japonica* em três regiões do Estado do Paraná**. Curitiba: Embrapa, 1984. 5 p. (Relatório de Atividades, Projeto n.40).

ASSIS, F. de. **Assistat – Assistência Estatística**. Versão 7.7. Beta 2014. Disponível em <http://www.assistat.com/indexp.html>. Acesso em 20 de setembro de 2014.

BELLOTE, A. F. J.; NEVES, E. J. M.. **Calagem e fertilização em espécies florestais plantadas na propriedade rural**. Colombo, PR: Embrapa, Florestas, 2001. 6 p. (Circular Técnica 54).

CAPANEZZI, A. A. *et al.* 1986. Zoneamento para plantios florestais no Estado do Paraná. **Documentos**, 17. Brasília, DF: EMBRAPA, DDT, 1986. 89.

DEDECEK, R. A. **Adequação de áreas agrícolas para o plantio de *Pinus taeda***. Colombo, EMBRAPA Florestas, 2005. 3 p. (Comunicado técnico, 142).

DEDECEK, R. A. Meio físico para o crescimento de Pinus: limitações e manejo. In: SHIMIZU, Jarbas Y. (Ed.). **Pinus na silvicultura brasileira**. Colombo, PR: Embrapa, Florestas, 2008. Cap. 4. p. 75-109.

DICKENS, E.D.; BARNETT, J.P.; HUBBARD, W.G.; JOKELA, E.J., eds. 2004. Slash pine: still growing and growing! Proceedings of the slash pine symposium. Gen. Tech. Rep. SRS-76. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 148 p.

DOBNER JUNIOR, M.; TRAZZI, P. A.; HIG, A. R.; ARCE, J. E. Crescimento de um povoamento de *Cryptomeria japonica* no Sul do Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, v. 41, n. 97, p.39-46, 2013.

DOSSA, D.; SILVA, H. D.; BELLOTE, A. F. J.; RODIGHERI, H. R.. Produção e Rentabilidade de Pínus em Empresas Florestais. **Comunicado Técnico**, 82, Colombo, PR, p.1-6, 2002.

FERNANDEZ, R. *et al.* Efectos de diferentes prácticas de preparación del terreno y fertilización sobre el crecimiento inic. **Bosque**, Valdivia, Chile, v. 20, n. 1, p.47-55, 1999. Disponível em: <<http://mingaonline.uach.cl/pdf/bosque/v20n1/art05.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

FERREIRA, C. A.; SILVA, C. A.; BELLOTE, A. F. J.; ANDRADE, G. de C. Nutrição de Pinus no sul do Brasil. In: FERREIRA, Carlos Alberto; SILVA, Helton Damin da. [org.] **Formação de Povoamentos Florestais**. Colombo, PR: Embrapa, Florestas, 2008. Cap. 10. p. 67-84.

IBÁÑEZ, C.; NUÑEZ, P. PEZZUTTI, R.; RODRIGUEZ, F.. Efectos de la roturación del suelo y fertilización con fósforo en el crecimiento inicial de plantaciones de Pinus taeda, en suelos rojos del Noreste de la provincia de Corrientes, Argentina. **Bosque**, Valdivia, Chile, v. 25, n. 2, p.69-76, 2004. Disponível em: <[http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=S0717-92002004000200007&script=sci\\_abstract](http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=S0717-92002004000200007&script=sci_abstract)>. Acesso em: 11 jan. 2015.

FLINN, D.W. Practical aspects of the nutrition of exotic conifer plantations and native eucalypt forests in Australia. **Research for Forest Management**. Mel Bourne: CSIRO, 1985. 296 p.

FOLGAR, Ricardo Ismael Avila. **Evaluación del estado y crecimiento inicial de cuatro especies prioritarias (Pinus maximinoi H.E. Moore, Pinus caribaea Morelet, Pinus oocarpa Schiede y Tectona grandis L.F.), del Programa de Incentivos Forestales en la región 2, en los departamentos de Alta y Baja Verapaz, Guatemala**. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 2003. 162 p.

FOX, T. R.; ALLEN, H. L.; ALBAUGH, T. ; RUBILAR, R. CARLSON, C. A.. Tree Nutrition and Forest Fertilization of Pine Plantations in the Southern United States. **Southern Journal Of Applied Forestry**, Bethesda, Md, v. 31, n. 1, p.5-11, 2007.

JUIL, Laura G.; WARREN, Stuart L.; BLAZICH, Frank A.. Nitrogen Nutrition of Containerized Cryptomeria japonica 'Elegans Aurea'. **Journal Of Environmental Horticulture**, Washington, Dc, v. 12, n. 4, p.212-215, 1994. Disponível em: <[http://www.hriresearch.org/docs/publications/JEH/JEH\\_1994/JEH\\_1994\\_12\\_4/JEH\\_12-4-212-215.pdf](http://www.hriresearch.org/docs/publications/JEH/JEH_1994/JEH_1994_12_4/JEH_12-4-212-215.pdf)>. Acesso em: 9 jan. 2015.

LOPES, M.i.m.s. *et al.* Fertilização mineral de Pinus oocarpa Schiede. **Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, Sp, v. , p.585-601, 1983.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2.ed. Curitiba: Ed. Olympio, 450p.,1981.



MARANGON, Ricardo Junior; PAVINATO, Paulo Sergio; MONDARDO, Jordan Tiegs. DIAMETRO DE COLO INICIAL DE MUDAS DE PINUS (*Pinus elliottii*) COM FERTILIZAÇÃO FOSFATADA SOLÚVEL E DE LENTA SOLUBILIZAÇÃO. *Synergismus scyentifica* UTFPR, Pato Branco, PR, v. 4, n. 1, p.1-3, 2009. Disponível em: <http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/view/542/300>>. Acesso em: 11 jan. 2015.

MEADRO, Moacir José Sales. Apresentação. In: SHIMIZU, Jarbas Y. (Ed.). **Pinus na silvicultura brasileira**. Colombo, PR: Embrapa, Florestas, 2008.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN, 2014. Disponível em < <http://www.tropicos.org/>>. Acesso em 16 de novembro de 2014.

MORO, Leticia *et al.* RESPOSTA DE *Pinus taeda* COM DIFERENTES IDADES À FERTILIZAÇÃO NPK NO PLANALTO SUL CATARINENSE. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, Mg, v. 38, p.1181-1189, 2014.

OREN, Ram; SHERIFF, David W.. Water and nutriente acquisition by roots and canopies. In: SMITH, Willian K.; HINCKLEY, Thomas M. (Ed.). **Resource physiology of conifers: Acquisition, allocation, and utilization**. San Diego, California: Academic Press, Inc, 1995. p. 39-74.

ORWA, C., MUTUA, A., KINDT, R., JAMNADASS, R., ANTHONY, S. 2009. Agroforestry Database: a tree reference and selection. Guide version 4.0. Disponível em <<http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp>> . Acesso em 20 de novembro de 2014.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F. KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, n. 24, p. 75-92, jan/jun 2002.

SALTON, J. C. Sistema Plantio Direto. **O produtor pergunta, a Embrapa responde** / Organizado por Júlio César Salton; Luis Carlos Hernani; Clarice Zanoni Fontes. – Brasília : Embrapa-SPI ; Dourados: Embrapa-CPAO, 1998. 248p.; (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

STHAL, James (2012). (Engenheiro Florestal, pesquisador, Indústria Klabin). **Informação pessoal**.

SHIMIZU, Jarbas Yukio. Introdução. In: SHIMIZU, Jarbas Y. (Ed.). **Pinus na silvicultura brasileira**. Colombo, Pr: Embrapa, Florestas, 2008. Cap. 1. p. 16-16.

SHIMIZU, Jarbas Yukio; SEBBENN, Alexandre Magno. Espécies de *Pinus* na silvicultura brasileira. In: SHIMIZU, Jarbas Y. (Ed.). **Pinus na silvicultura brasileira**.Colombo, Pr: Embrapa, Florestas, 2008. Cap. 3. p. 49-74.

TSUMURA, Y. (2011) *Cryptomeria*, C. Kole (ed), *Wild Crop Relatives: Genomics and Breeding Resources, Forest Trees*, pp 49-64. Publisher Springer Berlin Heidelberg.

PARANÁ (Estado). Decreto nº 1.753, de 6 de maio de 1996. **Instituída A Área de Proteção Ambiental na área de Manancial da Bacia Hidrográfica do Rio Iraí, Denominada Apa Estadual do Iraí**. Disponível em: <<http://www.comec.pr.gov.br/arquivos/File/decretoe1753-96.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

PEZZUTTI, Raúl Vicente; CALDATO, Silvana Lucia. SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Pinus taeda* L. COM DIFERENTES DIÂMETROS DO COLO. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p.355-362, 2011. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/viewFile/3240/1881>>. Acesso em: 7 jan. 2015.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIEMNTO – SEAB. DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL (DERAL). **Prognósticos dos produtos florestais, 2013-2014**. Disponível em [http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/produtos\\_florestais\\_2013\\_14.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/produtos_florestais_2013_14.pdf)>. Acesso em 10 de fevereiro de 2015.

VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; STORCK, L.; Lindolfo Storck, WITSCHORECK, R. CRESCIMENTO INICIAL DE *Pinus taeda* L. RELACIONADO A DOSES DE N, P E K. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 2, p.199-206, 2005.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese buscou, sobretudo, comparar tecnologias disponíveis – uso de indivíduos clonais, fertilização convencional e fertilizante de liberação lenta e o plantio de espécies promissoras, e com isso, objetivou responder alguns questionamentos do cotidiano de produtores rurais, além de ser um instrumento de formação docente por meio do exercício prático em silvicultura.

O **primeiro estudo** observou resposta positiva do híbrido *E. urophylla* x *E. globulus* aos fertilizantes aplicados, inclusive fertilizante de liberação lenta. Este capítulo apontou que o FLL pode ser utilizado em campo, mas sua real viabilidade econômica depende de uma análise de custo mais apurada. O estudo mostrou que o rendimento do óleo essencial não sofreu interferência da fertilização, porém recomenda-se um estudo qualitativo para verificar a composição deste óleo.

O **segundo capítulo** evidenciou que na ausência de fertilização o clone de *E. benthamii* teve pior crescimento quando comparado aos indivíduos de origem seminal. Considerando esse resultado, o investimento em mudas clonais se justificará a partir do momento em que os fatores que favoreçam seu desenvolvimento sejam atendidos. Muitos produtores rurais não dispõem de recursos para a realização de fertilização. Neste caso, apesar de sua variação fenotípica, seriam indicados os indivíduos oriundos de sementes.

O **terceiro estudo** mostrou que a *Araucaria angustifolia* responde a fertilização, e o melhor crescimento foi atribuído ao fertilizante de liberação lenta. Neste caso, recomenda-se estudo visando à melhor época de aplicação de fertilizante convencional para evitar perdas com lixiviação. A espécie demonstra aptidão para a prática de silvicultura devido à matéria prima ofertada (madeira e pinhão), em função de seu formato natural, de sua resposta à fertilização, de sua resistência a geadas, bem como da baixa mortalidade no plantio. O fato de ser uma espécie nativa, por outro lado, deveria ser um estímulo ao seu uso, e não um embaraço como ocorre nesse momento.

O **quarto experimento** constatou que o melhor desempenho foi do *Pinus maximinoi* e este respondeu a fertilização. *P. maximinoi* e *Cryptomeria*

*japonica* se mostraram espécies potenciais para a região de estudo, constituindo-se em alternativas para o setor de base florestal.

Cabe ressaltar que esta tese compõe um experimento maior que está sendo desenvolvido na Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná em parceria com a EMATER-PR e em propriedades rurais no interior do Estado. Desta forma, o desenvolvimento do estudo possibilitou não somente a pesquisa científica, como promoveu a extensão e o ensino. O trabalho proporcionou o exercício da silvicultura, da extensão rural, de uma vivência acadêmica e prática, complementando a formação docente e discente (Figuras 8.1, 8.2, 8.3).



FIGURA 8.1– (A) RECEBIMENTO E SEPARAÇÃO DAS MUDAS; (B) VISITA EM PROPRIEDADE RURAL ACOMPANHADA DO TÉCNICO EXTENSIONISTA DA EMATER-PR  
FONTE: ANGELO (2012)



FIGURA 8.2 – PRÁTICAS DE SILVICULTURA. (A.1, A.2) PLANTIO REALIZADO POR ACADÊMICOS DA UFPR; (B) VISITA REALIZADA POR ACADÊMICOS DA PUCPR  
FONTE: O AUTOR (2012, 2014)

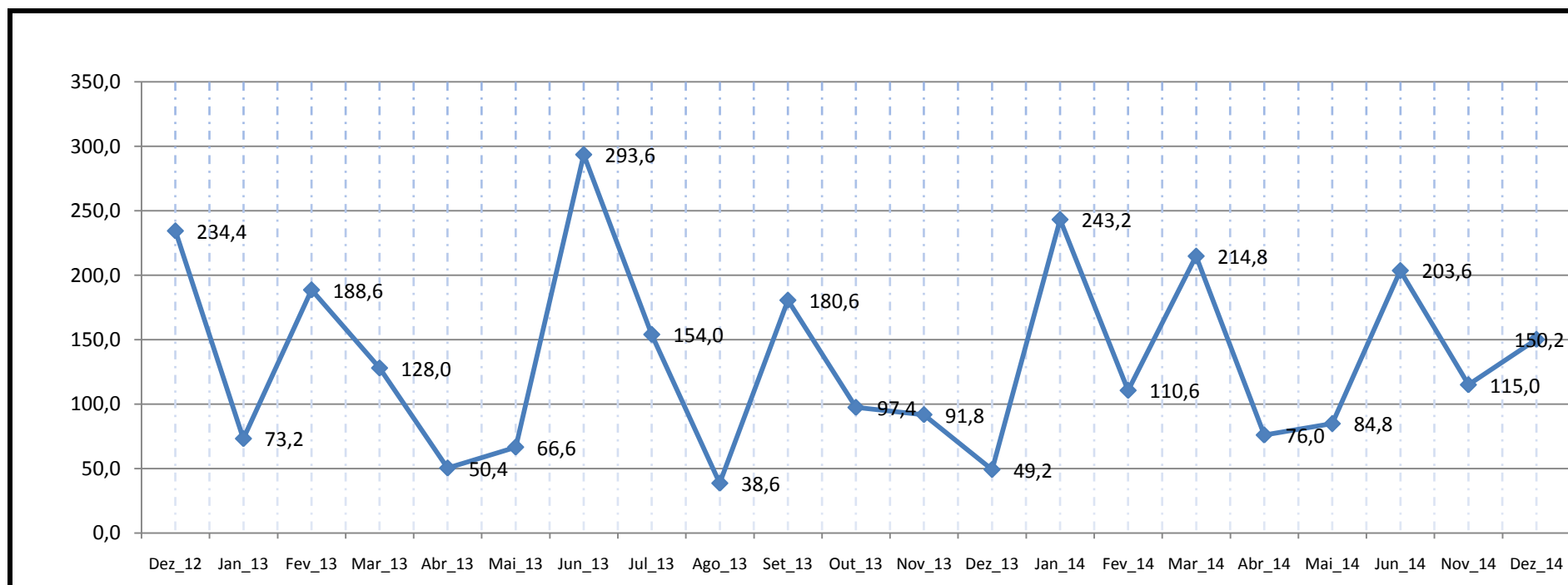


FIGURA 8.3 – “PROJETO ARBORETO” EM PROPRIEDADE RURAL NO MUNICÍPIO DE PAULO FRONTIN-PR; (A) ASPECTO DA ÁREA ANTES DA IMPLANTAÇÃO; (B) ASPECTO PARCIAL DA ÁREA 24 MESES APÓS A IMPLANTAÇÃO

FONTE: ANGELO (2012, 2014)

## **ANEXOS**

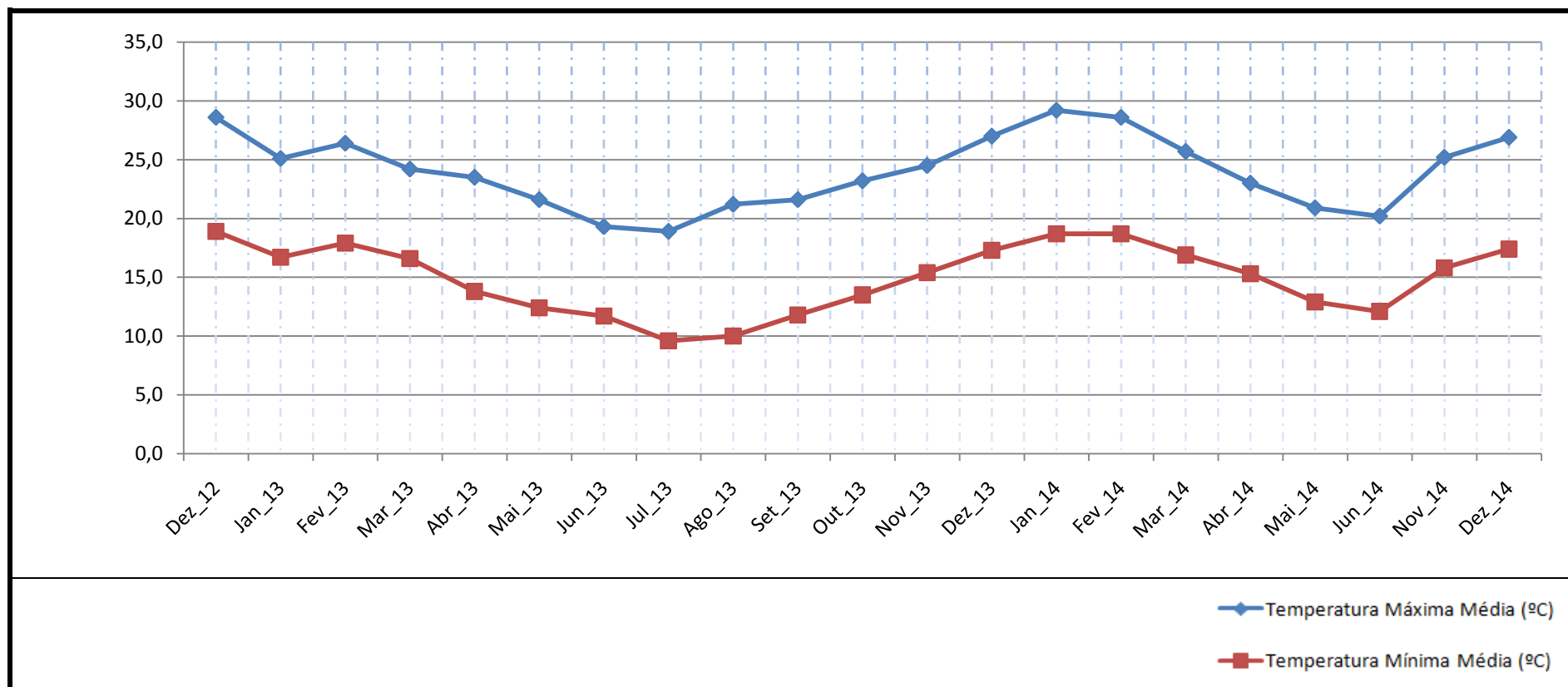
## ANEXO 1 - DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO - EM MILIMETOS AO LONGO DO ESTUDO (DEZEMBRO/12 A DEZEMBRO/14)



\*A ausência do registro nos meses julho a outubro de 2014 decorre de falhas nos sensores ou sinal de satélite.

FONTE: Instituto Nacional de Meteorologia (2015)

## ANEXO 2 - DISTRIBUIÇÃO DAS TEMPERATURAS MÉDIAS - EM °C AO LONGO DO ESTUDO (DEZEMBRO/12 A DEZEMBRO/14)



\*A ausência do registro nos meses julho a outubro de 2014 decorre de falhas nos sensores ou sinal de satélite.

FONTE: Instituto Nacional de Meteorologia (2015)